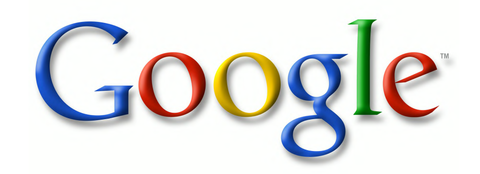
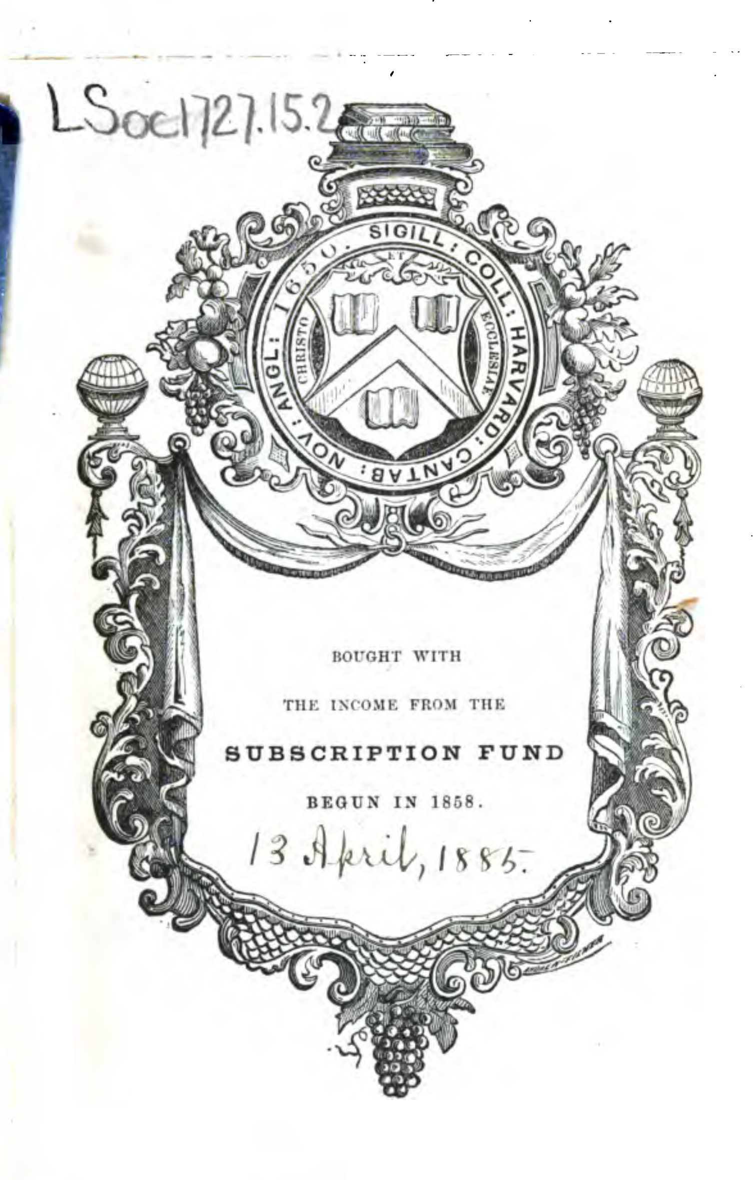
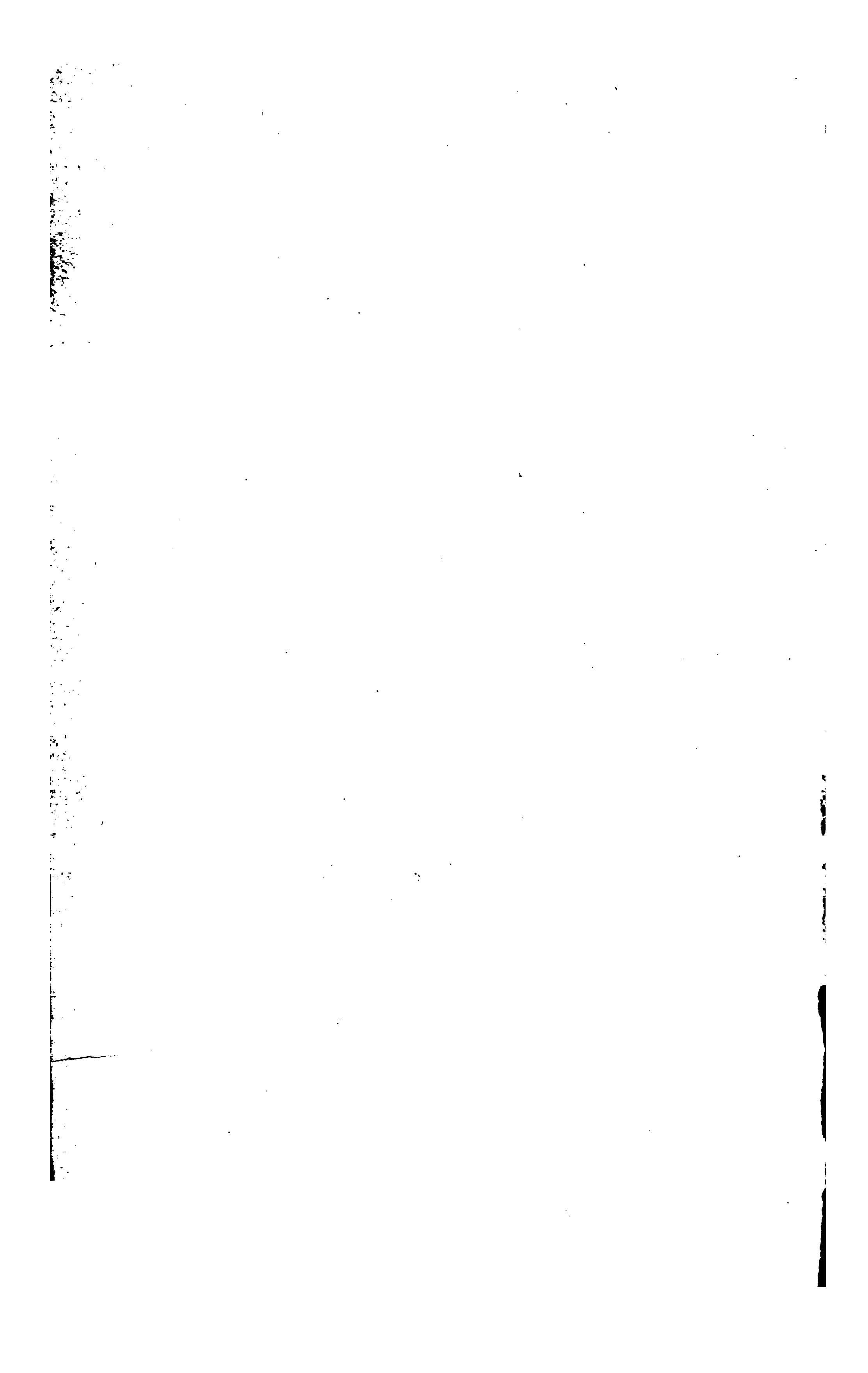





SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650.
CHRISTO
ET
ECCLESIAE



Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band VI. Jahrgang 1876.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1876.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht

des Inhalts der Sitzungsberichte Band VI
Jahrgang 1876.

Oeffentliche Sitzung zur Feier des 117. Stiftungstages der Akademie am 28. März 1876.

Sitzung vom 8. Januar.

Seite

Sitzung vom 5. Februar.

Sitzung vom 4. März.

Sitzung vom 6. Mai 1876.

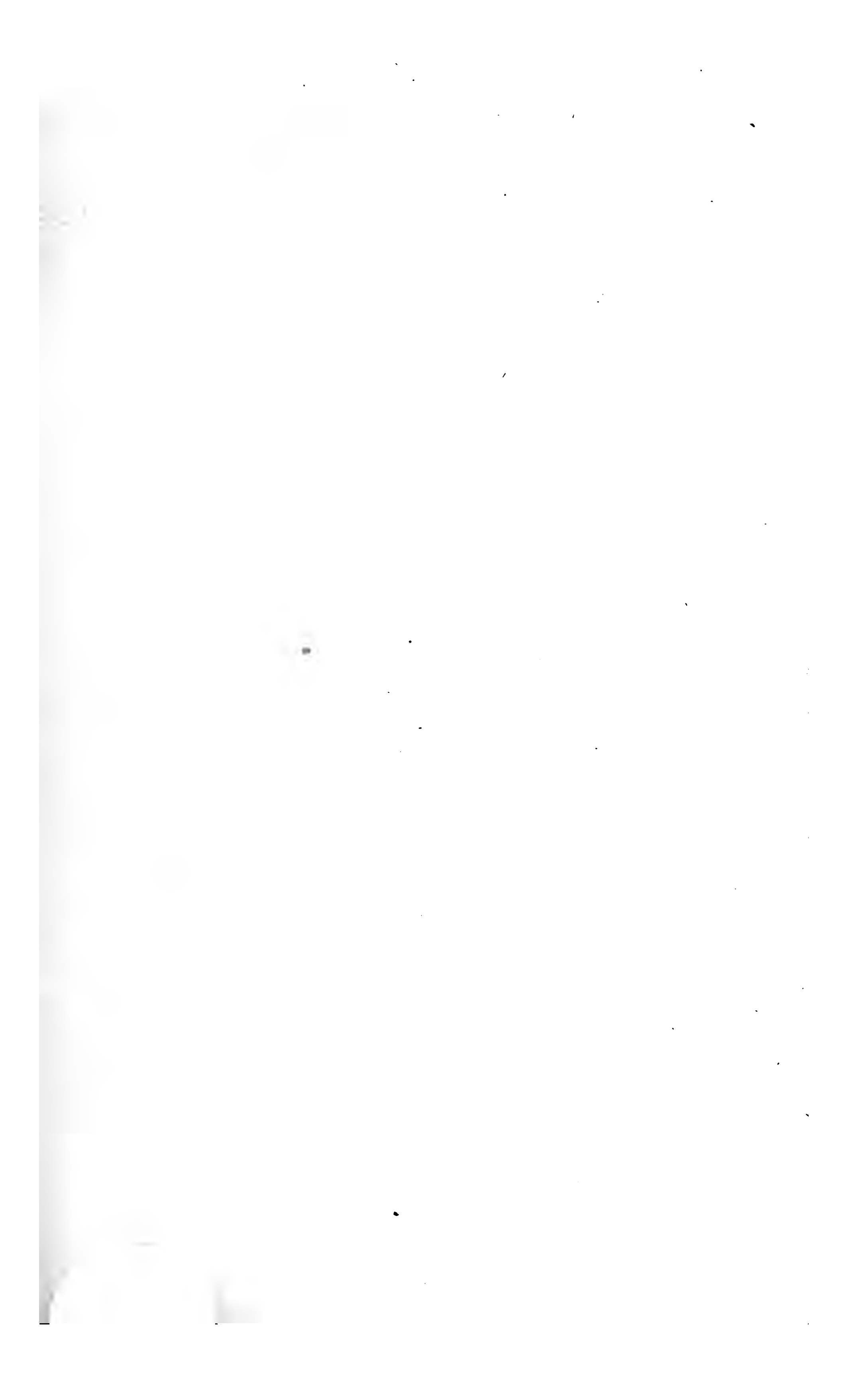
Sitzung vom 17. Juni 1876.

Sitzung vom 8. Juli 1876.

Sitzung vom 13. November.

Sitzung vom 2. December.

Sitzung vom 13. Januar 1877.



Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

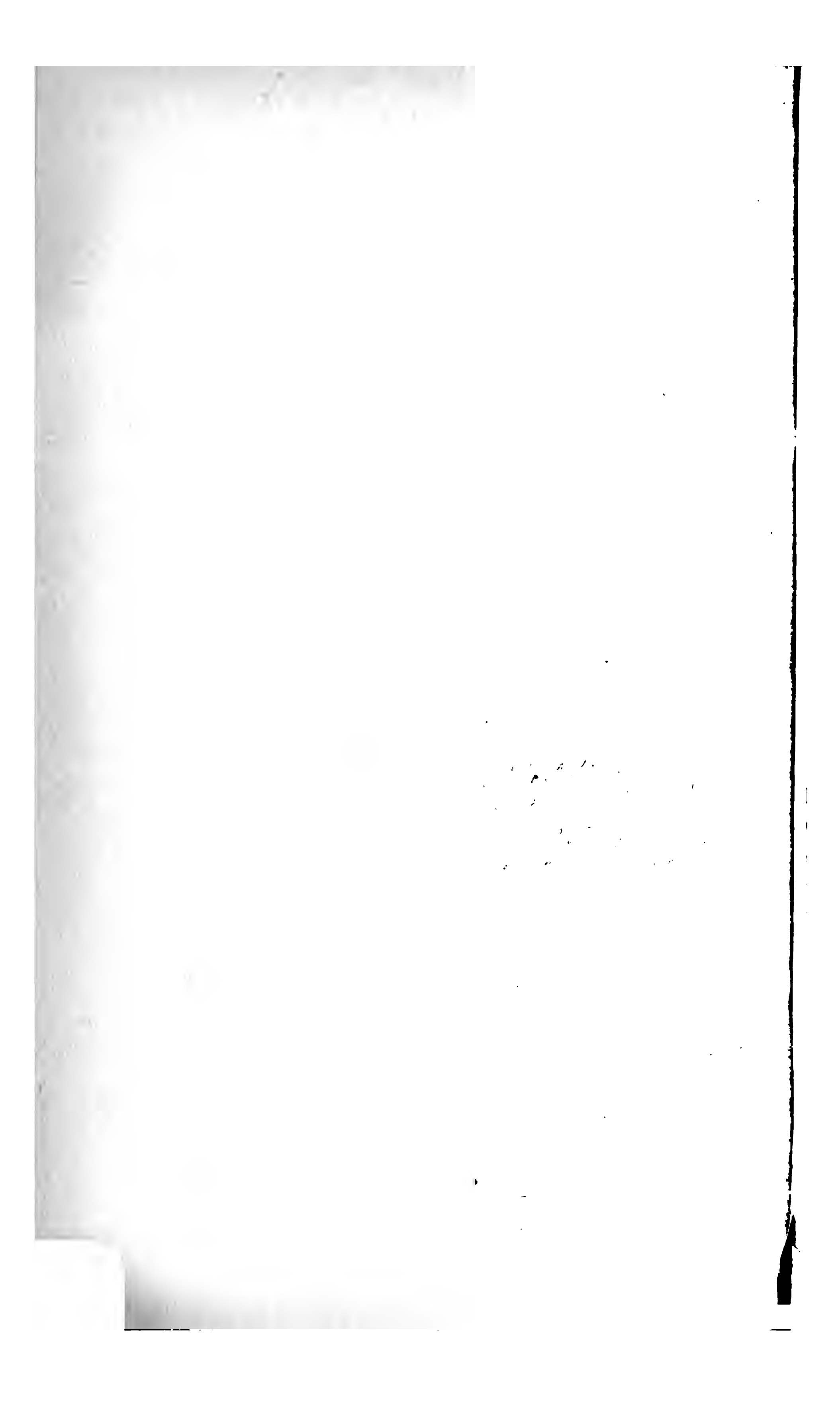
k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1876. Heft I.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1876.

In Commission bei G. Franz.



Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Sitzung vom 8. Januar 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Prof. v. Bischoff

legt zur Beleuchtung der Angabe Prof. Haeckels in dessen Anthropogenie pag. 106: „dass das Ei des Menschen „von dem anderer Säugethiere sowohl im unreifen als aus-„gebildeten Zustande nicht zu unterscheiden sei; sowie, dass „ferner die Eier der meisten höheren Säugethiere dieselbe „Grösse wie das Ei des Menschen, beim Elephanten und „Wallfisch ebenso wie bei der Maus und Katze haben; und „wir auch bei Anwendung des besten Mikroskopes mit der „stärksten Vergrösserung nicht im Stande seien, einen „wesentlichen Unterschied zwischen dem Ei des Menschen, „des Affen, des Hundes zu entdecken", möglichst sorgfältige und genaue Zeichnungen des Eies des Menschen, der Kuh, des Hundes, Schweines, Kaninchens, der Katze, Ratte, Maus und des Maulwurfes in derselben 400maligen Vergrösserung vor, welche sowohl in der Grösse des Eies, der Dicke der

Dotterhaut, als besonders in der Zusammensetzung des Dotters, bedeutende Unterschiede wahrnehmen lassen. Eier vom Elephanten und Wallfisch hat leider bis jetzt noch Niemand gesehenund abgebildet.

Ebenso zeigt Prof. v. Bischoff möglichst sorgfältig mit der Camera lucida bei 9facher Vergrösserung angefertigte Zeichnungen von jungen Menschen- und Säugethier-Embryonen auf dem möglichst gleichen frühen Stadium der Entwicklung, bei welchem noch die sogen. Kiemen- oder Wisceral-Bogen des Kopfes vorhanden sind. Dieselben zeigen bedeutende und charakteristische Unterschiede in ihrer ganzen Configuration und sind daher sehr verschieden von den analogen Abbildungen Prof. Haeckels in seiner Anthropogonie Taf. V zweite Reihe. Dieselben widersprechen entschieden dem Ausspruche Prof. Haeckels pag. 255 seiner Anthropogenie, dass „der Embryo des Menschen auch noch „auf diesem Stadium von demjenigen der höheren Säuge-„thiere nicht zu unterscheiden sei". Auch erklärt Prof. v. Bischoff, dass er auch auf früheren Entwicklungsstadien nie eine solche Identität der Gestaltung der Embryonen von verschiedenen Arten von Säugethieren beobachtet habe, wie sie Prof. Haeckel in der ersten Reihe der genannten Tafel, oder auch Taf. I. von der Gesichtsbildung des Menschen-, Fledermaus-, Katzen- und Schaaf-Embryo gegeben hat.

Endlich zeigt Prof. v. Bischoff auch noch einige Photographien von Affen-Köpfen, so weit sich ihm Gelegenheit darbot, solche anfertigen zu lassen oder von Anderen zu beziehen, welche ebenfalls weit davon entfernt sind, jene berüchtigte Uebereinstimmung in der Gesichtsbildung der niederen Menschenracen und höheren Affen nachzuweisen, welche Prof. Haeckel, auf dem Titelblatte seiner natürlichen Schöpfungsgeschichte zur Anschauung gebracht hat.

Herr W. Beetz legte vor und besprach eine Abhandlung:

„Ueber die Cohäsion von Salzlösungen“ von G. Quincke, correspondirendem Mitgliede der k. Akademie der Wissenschaften.

§ 1. Die bis jetzt veröffentlichten Bestimmungen über die Cohäsion wässriger Salzlösungen beschränken sich fast ausschliesslich auf Messungen der mittleren Steighöhen h in gläsernen Capillarröhren vom Durchmesser 2r und der sogenannten specifischen Cohäsion a^2, indem

$$rh = a^2 \cos \vartheta = (a^2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 1$$

wo ϑ den sogenannten Randwinkel bezeichnet, den das letzte Element der Flüssigkeits-Oberfläche mit der Röhrenwand einschliesst.

Nennt man σ das specifische Gewicht der Flüssigkeit so ist die Oberflächenspannung oder Capillarconstante der freien (d. h. von Luft oder dem luftleeren Raum begrenzten) Flüssigkeits-Oberfläche

$$a^2 \,.\, 1 \,.\, \frac{\sigma}{2} = \alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2$$

oder also

$$rh \,.\, \frac{\sigma}{2} = \alpha \cos \vartheta = (\alpha) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3$$

wo r und h in Millimetern, α in Milligrammen gemessen

ist, und α das von einem Millimeter freier Flüssigkeits-Oberfläche getragene Gewicht bedeutet.

Ferner wird die keineswegs erwiesene Annahme gemacht, dass die wässrige Salzlösung die Röhrenwand benetze, oder der Randwinkel 0 sei. Ist diese Annahme falsch, so wird die spec. Cohäsion zu klein gefunden.

Dasselbe gilt von der wirklichen Cohäsion oder der Capillarconstante α, in dem das Product aus capillarer Steighöhe, Röhrenradius und halbem specifischen Gewicht, wie Gl. 3 zeigt, nur $\alpha \cos \vartheta$ oder wie es im Folgenden bezeichnet werden soll, nur (α) bestimmt.

Viele Beobachter geben das specifische Gewicht der Flüssigkeit nicht an und nur in seltenen Fällen lässt sich dies indirect aus anderen Bemerkungen (z. B. concentrirte Lösung etc.) ergänzen.

Bei einer früheren Untersuchung (Pogg. Ann. 139 p. 80. 1870) hatte ich gefunden, dass bei Flüssigkeiten, die in jedem Verhältniss mischbar sind, immer die Flüssigkeit mit der kleinsten Oberflächenspannung α an die freie von Luft begrenzte Oberfläche gehen muss. Fasst man also eine wässrige Salzlösung als ein Gemisch von Wasser und geschmolzenem Salz auf, so würde nach meinen Messungen (Pogg. Ann. 135 p. 621 1868 und 138 p. 151. 1869) Wasser als Flüssigkeit mit der kleinsten Capillarconstante an der Oberfläche der Salzlösungen sich ausbreiten müssen.

Ich habe nun schon vor längerer Zeit sämmtliche mir irgend zugängliche Messungen der Capillarconstanten wässriger Lösungen von Säuren und Salzlösungen seit Newton bis in die neueste Zeit auf dieselben Einheiten, Millimeter und Milligramm, reducirt.

Die Resultate der verschiedenen Beobachter zeigen im allgemeinen Werthe zwischen 7,5 und 8 Mllgr. oder nahezu dieselbe Oberflächenspannung wie reines Wasser.

Wenn auch in vielen Fällen (α) mit dem Salzgehalt zuzunehmen scheint, so sind die Abweichungen für verschiedene Salzlösungen nicht grösser, als die von verschiedenen Beobachtern für reines Wasser gefundenen. Dieselben könnten, abgesehen von den Mängeln der benutzten Beobachtungsmethode, sehr wohl in zufälligen Verunreinigungen oder unvollkommener Benetzung der Capillarröhren ihren Grund haben.

Ich habe daher nach verschiedenen Methoden die specifische Cohäsion a^2 und die Capillarconstante oder Oberflächenspannung α für eine Reihe von Salzlösungen selbst bestimmt und erlaube mir einen Theil der Resultate dieser Untersuchungen, die mich mehrere Jahre hindurch beschäftigt haben, hier mitzutheilen.

§ 2. Methode der capillaren Steighöhen. Aus einer dickeren möglichst gereinigten Glasröhre wurden vor der Glasbläserlampe Fäden von 0,2 bis 0,5^{mm} innerem Durchmesser gezogen, oben zugeschmolzen und mit dem zugeschmolzenen Ende durch 2 Kautschukringe geschoben, welche das von dem Glasfaden gebildete Capillarrohr auf einem reinen Spiegelglasstreifen von 300^{mm} Länge und 10^{mm} Breite festhielten. Der Spiegelglasstreifen trug eine eingeätzte Millimetertheilung und wurde gleichzeitig mit dem unteren Ende der Capillarröhre in die zu untersuchende Flüssigkeit getaucht. Die Höhe h, bis zu welcher letztere sich über die ebene horizontale Flüssigkeits-Oberfläche erhob, sobald das obere zugeschmolzene Ende der Capillarröhre abgeschnitten war, wurde bis auf 0,1^{mm} genau an der vertikal gestellten Millimeterscala mit einem horizontalen Fernrohr oder einer passend gestellten Lupe abgelesen, das Capillarrohr an der Stelle des Flüssigkeits-Meniskus mit dem Glasmesser durchgeschnitten und der grösste und kleinste Durchmesser der Schnittfläche durch ein Mikroskop mit Ocular-Mikrometer betsimmt.

Das letztere hatte 100 Scalentheile, von denen noch Zehntel zu schätzen waren. 1 Scalentheil entsprach 0,00941 mm. Das halbe Mittel aus den gemessenen Werthen des Röhrendurchmessers wurde als Röhrenradius r in Rechnung gebracht. Das specifische Gewicht bestimmte ich mit einem Senkgläschen, das an einem feinen Platindraht an einer hydrostatischen Wage aufgehangen war.

Die Concentration der Salzlösungen habe ich entweder selbst bestimmt oder aus dem spec. Gewicht nach den Messungen von Gerlach [1]) berechnet, von deren Zuverlässigkeit ich mich mehrfach durch eigene Beobachtungen überzeugt habe.

Die Salzlösungen wurden gewöhnlich 12 bis 36 Stunden nach der Auflösung des Salzes untersucht, welches so rein war, wie ich es mir im Handel verschaffen konnte.

Die im folgenden angegebenen Zahlen sind gewöhnlich das Mittel aus den wenig von einander abweichenden Resultaten dreier Versuchsreihen.

§ 3. Methode der flachen Luftblasen. Vor einem Kathetometer (Pogg. Ann. 105, p. 15 u. Taf. 1, Fig. 4, 5, 11, 12, 1858) mit einem horizontalen Mikroskop von 120 mm Object-Abstand befand sich ein von planparallelen Glasplatten gebildeter Glastrog. (Pogg. Ann. 153, p. 181 u. Taf. 1, Fig. 8, 1874). Die vertikale Verschiebung des Mikroskops konnte bis auf 0,001 mm, die horizontale bis auf 0,05 mm genau gemessen werden. Der Glastrog wurde mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllt, und in diese eine horizontale Glasplatte gehängt. Mit einem rechtwinklig gebogenen reinen Glasfaden von 1 bis 2 mm Durchmesser wurde eine flache Luftblase unter die horizontale Deckplatte gebracht, so dass die Contour derselben scharf im Gesichts-

---

1) G. Th. Gerlach; Specifische Gewichte der gebräuchlichsten Salzlösungen bei verschiedenen Concentrationsgraden. Freiberg. 1859.

feld des Mikroskops erschien. Aus den vertikalen Abständen K und $\varkappa$ der Kuppe und des Bauches der flachen Luftblase von der horizontalen Deckplatte ergiebt sich dann die specifische Cohäsion a^2 und der spitze Randwinkel Θ unter welchem die Flüssigkeits-Oberfläche die horizontale Glasfläche schneidet.

Für unendlich grosse flache Luftblasen ist nämlich, wie ich Pogg. Ann. 139, 1870, p. 7 nachgewiesen habe:

$$(K-\varkappa)^2 = a^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 4$$

$$\frac{K}{K-\varkappa}\,\frac{1}{\sqrt{2}} = \cos\frac{\Theta}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 5$$

Aus $(K-\varkappa)^2$ erhält man durch Multiplication mit dem halben specifischen Gewicht die wirkliche Cohäsion oder Oberflächenspannung α der freien Oberfläche der Flüssigkeit unabhängig vom Randwinkel. (vergl. Gl. 2).

Für flache Luftblasen von endlichem Durchmesser 2r lässt sich die Theorie bis jetzt nicht vollständig durchführen. Die Erfahrung lehrt aber, dass für diese Luftblasen K und $K-\varkappa$ wenig grösser als bei unendlich grossen Blasen ist. Die Differenz beträgt höchstens 0,04 des ganzen Werthes, sobald $2r > 20^{mm}$.

Für viele Bestimmungen kann daher der daraus entspringende Fehler vernachlässigt und K oder $K-\varkappa$ als unabhängig vom Durchmesser der Blase angesehen werden. Dies bei meinen früheren Versuchen eingeschlagene Verfahren war um so mehr berechtigt, als der Einfluss anderer Fehlerquellen, besonders zufälliger unvermeidlicher Verunreinigungen viel bedeutender war.

Es lässt sich jedoch auch dieser Mangel in folgender Weise beseitigen:

In reinem Wasser wurden an flachen Luftblasen, deren Durchmesser zwischen 14 und 100^{mm} schwankte, K und $K-\varkappa$ bestimmt. Nennt man die für den Durchmesser 100^{mm} gefundenen Werthe von K und $K-\varkappa$

K_∞ und a,

so lässt sich das Verhältniss

$$u' = \frac{K}{K_\infty} \quad v = \frac{K-\varkappa}{a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 6$$

für jeden Durchmesser 2r durch Interpolation bestimmen.

Da nun flache Luftblasen in Wasser und in wässrigen Salzlösungen, wie der Versuch zeigt, sehr nahe dieselbe Gestalt haben, so braucht man die bei einer flachen Luftblase vom Durchmesser 2r in wässrigen Salzlösungen beobachteten Werthe von K und $K-\varkappa$ nur mit dem für reines Wasser bei demselben Durchmesser gefundenen Verhältniss u resp. v zu dividiren, um die entsprechenden Grössen für eine unendlich grosse Luftblase zu erhalten.

Ein analoges Verfahren wurde bei Alkohol und alkoholischen Salzlösungen benutzt.

Bei den Beobachtungen hatten die flachen Luftblasen in wässrigen Salzlösungen meist einen Durchmesser von etwa 30 ^{mm}, in alkoholischen Salzlösungen von etwa 20^{mm}. Bei diesen Dimensionen haben K und $K-\varkappa$ einen Maximalwerth. Bei kleinen Schwankungen des Durchmessers änderten sich dann diese Grössen am wenigsten

Die Messungen wurden möglichst bald nach Enstehung der Luftblase angestellt, indem man das Mikroskop des Kathetometers nacheinander einstellte auf die Kuppe, den rechten und linken Bauch, die Kuppe, den rechten und linken Durchschnittspunkt der Meridian-Curve mit der horizontalen Glasplatte, und jedes Mal die Stellung der Kathetometer-Scala ablas. Eine ähnliche Reihe Ablesungen wurde wiederholt, nachdem der grösste Durchmesser 2r der flachen Luftblase gemessen war. Aus den 12 Ablesungen, die 2 bis 3 Minuten Zeit in Anspruch nahmen, ergaben sich je 4 Werthe für K und $K-\varkappa$, deren Mittelwerth mit Hülfe des Durchmessers 2r auf eine unendlich grosse Luftblase in der vorher beschriebenen Weise reducirt wurde.

Mit den so corrigirten Werthen von K und $K-\varkappa$ wurde dann aus Gl. 4 und 2 der Werth von α und a^2 berechnet. Die Bestimmungen an verschiedenen flachen Luftblasen zeigten keine grössere Verschiedenheit, als die Bestimmungen aus capillaren Steighöhen nach der ersten Methode.

§ 4. Sowohl die Capillar-Constante α, wie die specifische Cohäsion a^2 nehmen mit sinkender Temperatur zu, und erreichen kurz ehe die Flüssigkeit erstarrt, ihren grössten Werth. Diese Maximalwerthe hätte man eigentlich bei den verschiedenen Salzlösungen zu vergleichen. Ich habe jedoch, um Beschaffung und Uebersichtlichkeit der Apparate nicht zu sehr zu erschweren, vor der Hand darauf verzichten müssen, die Abhängigkeit von der Temperatur genauer zu bestimmen. Alle Messungen beziehen sich auf eine mittlere Temperatur von 15 bis 20°.

In der folgenden Tabelle sind die nach beiden Methoden erhaltenen Resultate zusammengestellt, zunächst nur für eine Reihe von Chloriden in Wasser gelöst, indem ich die bei andern Salzlösungen erhaltenen Resultate einer späteren Mittheilung vorbehalte.

Die mit S überschriebene Spalte giebt den Salzgehalt, die Gewichtstheile wasserfreien Salzes, welches in 100 Gewichtstheilen Wasser gelöst war.

Tabelle I.

No.	Substanz.	Spec. Gew.	Salzgehalt	Capillarröhren		Flache Luftblasen.		Röhren	Blasen
				Cohäsion	Spec. Cohäsion	Cohäsion	Spec. Cohäsion	Randwinkel	
		σ	S	(α)	(a^2)	α	a^2	Θ	ϑ
				mgr.	□mm	mgr.	□mm		
1	Wasser.	1,	0,	7,35	14,70	8,35	16,70	27°14′	28°20′
2	Chlor-Lithium . .	1,0595	11,14	7,798	14,72	8,810	16,96	31°26′	27°46′
	" . .	1,1233	25,14	8,409	14,97	9,556	17,01	30°48′	28°21′
3	Chlor-Ammonium .	1,0360	13,30	7,643	14,75	8,587	16,58	31°9′	27°7′
	" .	1,0758	35,18	8,086	15,03	8,907	16,56	32°43′	24°47′
4	Chlor-Natrium . .	1,0865	13,27	7,724	14,22	8,659	15,94	22°50′	26°53′
	" . .	1,1543	25,61	8,038	13,93	8,832	15,30	14°51′	24°30′
	" . .	1,1574	26,22	8,083	13,97	8,892	15,36	31°50′	24°37′
	" . .	1,2063	37,55	8,418	13,97	9,324	15,46	27°47′	25°28′
5	Chlor-Kalium . .	1,0487	8,03	7,430	14,17	8,335	15,90	24°7′	26°56′
	" . .	1,0932	16,13	7,667	14,03	8,494	15,54	29°13′	25°29′
	" . .	1,1471	27,36	7,848	13,69	8,564	14,93	1°50′	23°37′
	" . .	1,1709	32,83	8,008	13,68	8,756	14,95	13°42′	23°52′

5	Chlor-Magnesium .	1,1385	18,75	8,003	14,05	8,945	15,71	9°7′	26°30′
	„ .	1,2824	43,37	9,020	14,04	10,21	15,93	24°28′	27°56′
6	Chlor-Calcium . .	1,0813	10,33	7,627	14,11	8,456	15,64	26°55′	25°35′
	„ . .	1,1632	22,01			9,145	15,72	25°6′	
	„ . .	1,2128	28,20	8,322	13,72	9,391	15,48	32°55′	27°36′
	„ . .	1,3078	46,62			9,813	15,00	20°52′	
	„ . .	1,4197	70,61	9,656	13,64	10,327	14,55	29°35′	20°44′
7	Chlor-Strontium . .	1,0718	7,27	7,484	13,97	8,357	15,59	28°45′	26°27′
	„ . .	1,1303	15,83	7,613	13,47	8,432	14,92	26°22′	25°26′
	„ . .	1,2289	29,11	7,893	12,85	8,690	14,14	21°57′	24°43′
	„ . .	1,3622	49,08	8,422	12,36	9,236	13,56	19°16′	24°14′
8	Chlor-Barium . . .	1,0620	7,11	7,475	14,07	8,410	15,84	27°36′	27°16′
	„ . . .	1,1306	15,38	7,674	13,57	8,541	15,11	28°38′	26°4′
	„ . . .	1,2043	24,76	7,672	12,78	8,716	14,48	32°7′	28°19′
	„ . . .	1,2501	30,53	7,804	12,49	8,827	14,12	30°50′	27°51′

Die mit der Methode der Steighöhen in Capillarröhren gefundenen Werthe von (α) und (a^2) sind alle etwa 0,9 der mit flachen Luftblasen gefundenen.

Darnach würde entgegen der gewöhnlichen Annahme Glas von wässrigen Salzlösungen nicht benetzt werden und der Randwinkel etwa 25° statt 0° betragen.

Im Uebrigen zeigen die nach beiden Methoden ausgeführten Messungen eine befriedigende Uebereinstimmung. Bei verschiedenen Lösungen desselben Salzes nimmt die Cohäsion oder Oberflächenspannung α mit der Concentration zu. Die spec. Cohäsion a^2 ändert sich dagegen weit weniger und nimmt im Allgemeinen mit steigender Concentration ab. Eine Ausnahme bilden $LiCl$ NH_4Cl $MgCl_2$, wo sogar eine kleine Zunahme mit steigender Concentration bemerkbar ist.

Eine nähere Vergleichung der Werthe von (α) oder α bei verschiedenen Salzlösungen zeigt, dass bei derselben Concentration die Stoffe mit kleinem Aequivalentgewicht einen besonders hohen Werth der Oberflächen-Spannung zeigen. Es wurde die Anzahl y von Salz-Aequivalenten berechnet, die bei gleichem Chlorgehalt, mit 100 Aequivalenten Wasser in der Salzlösung verbunden sind. Die Spannung der freien Oberfläche oder die Cohäsion ist dann nahezu proportional mit y.

Für die Beobachtungen an Capillarröhren ist nahezu

$$(\alpha) \overset{\text{mgr.}}{=} 7{,}35 + 0{,}1783\, y \quad \ldots\ldots \quad 7a$$

für die Beobachtungen an flachen Luftblasen nahezu

$$\alpha \overset{\text{mgr.}}{=} 8{,}30 + 0{,}1870\, y \quad \ldots\ldots \quad 7b$$

Die nach beiden Formeln berechneten Werthe finden sich in der folgenden Tabelle mit den beobachteten zusammengestellt.

Tabelle II.

No.	Substanz.	Aeq.	y	Spec. Gewicht	(α) beob.	(α) ber.	α beob.	α ber.
					mgr.	mgr.	mgr.	mgr.
1.	2 Li Cl	85	2,359	1,0595	7,798	7,770	8,810	8,741
			5,325	1,1233	8,409	8,299	9,556	9,296
2.	$2 NH_4Cl$	107	2,251	1,0360	7,643	7,751	8,587	8,721
			5,917	1,0758	8,086	8,405	8,907	9,407
3.	2 NaCl	117	2,042	1,0865	7,724	7,714	8,659	8,682
			3,940	1,1543	8,038	8,052	8,832	9,037
			4,033	1,1574	8,083	8,069	8,892	9,054
			5,779	1,2063	8,418	8,380	9,324	9,380
4.	2 K Cl	149	0,970	1,0487	7,430	7,523	8,335	8,481
			1,948	1,0932	7,667	7,697	8,494	8,664
			3,306	1,1471	7,848	7,939	8,564	8,918
			3,966	1,1709	8,008	8,057	8,756	9,042
5.	$MgCl_2$	95	3,591	1,1385	8,003	7,990	8,945	8,971
			8,307	1,2824	9,020	8,831	10,21	9,853
6.	$Ca Cl_2$	111	1,676	1,0813	7,627	7,649	8,456	8,613
			3,570	1,1632			9,145	8,968
			4,573	1,2128	8,322	8,165	9,391	9,155
			7,561	1,3078			9,813	9,714
			11,45	1,4197	9,656	9,391	10,327	10,441
7.	$Sr Cl_2$	158,5	0,826	1,0718	7,484	7,497	8,357	8,454
			1,799	1,1303	7,613	7,671	8,432	8,636
			3,306	1,2289	7,893	7,939	8,690	8,918
			5,575	1,3622	8,422	8,344	9,236	9,342
8.	$Ba Cl_2$	208	0,615	1,0620	7,475	7,460	8,410	8,415
			1,330	1,1306	7,674	7,587	8,541	8,549
			2,143	1,2043	7,672	7,732	8,716	8,701
			2,642	1,2501	7,804	7,821	8,827	8,794

Abgesehen von Salmiak, wo eine nicht unwahrscheinliche Bildung von Ammoniak und Salzsäure den Unterschied erklären würde, stimmen beobachtete und berechnete Werthe der Cohäsion überein. Die Abweichungen fallen erst bei

sehr starken Concentrationen ausserhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler, so dass man sagen kann:

„Aequivalente Mengen verschiedener Chloride (von gleichem Chlorgehalt) zu derselben Menge Wasser gebracht, geben Salzlösungen von nahezu gleicher Cohäsion oder Oberflächenspannung."

§ 5. Die Beobachtungen an flachen Luftblasen gestatten den Werth des Randwinkels Θ mit Hülfe der Gl. 5 zu bestimmen. Die einzelnen Messungen zeigen aber weit grössere Unterschiede als die Bestimmungen von α. Zum Theil mag die Unsicherheit von der empirischen Reduction auf unendlich grossen Durchmesser der Luftblasen herrühren. Ich muss jedoch bemerken, dass auch ohne diese Reduction die einzelnen Beobachtungen ähnliche Verschiedenheiten des Randwinkels Θ ergeben und dass diese Verschiedenheiten sehr wohl durch zufällige Verschiedenheiten bei der Entstehung der Luftblasen bedingt sein können.

Eine zweite Bestimmung des Randwinkels ergiebt sich durch Combination der Messungen beider Methoden, da aus Gl. 2, 3 und 4

$$\frac{(\alpha)}{\alpha} = \cos \vartheta \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 8$$

Die Mittelwerthe beider Bestimmungen sind in den letzten beiden Spalten der Tabelle I aufgeführt und stimmen im allgemeinen besser überein, als man bei so schwierigen Versuchen und so verschiedenen Beobachtungs-Methoden erwarten kann.

Da die Bildung der freien Oberfläche in verschiedenen Capillarröhren leichter in genau derselben Weise zu bewirken ist, als bei verschiedenen Luftblasen, so zeigen auch die Werthe von ϑ für verschiedene Salzlösungen eine bessere Uebereinstimmung, als die von Θ Würden ϑ und Θ vollkommen übereinstimmen, so würde der Unterschied der

Werthe (α) und α oder (a^2) und a^2 theoretisch vollständig erklärt sein.

Jedenfalls folgt aus diesen Versuchen, dass der Randwinkel bei Glas und wässrigen Salzlösungen nicht 0° ist. Es lässt sich diess auch direct nachweisen, wie ich an einer anderen Stelle ausführlicher erörtern werde.

§ 6. Alkoholische Lösungen derselben Salze verhalten sich ähnlich wie wässrige Lösungen, abgesehen von dem Randwinkel, der bei alkoholischen Lösungen 0° ist.

Die Messungen an flachen Luftblasen werden bei den alkoholischen Salzlösungen auch dadurch unsicherer, dass der Alkohol mit grosser Begierde Wasser aus der freien Luft anzieht.

Die Beobachtungsresultate sind für Chlorlithium und Chlorcalcium im Folgenden zusammengestellt.

Tabelle III.

No.	Substanz.	Spec. Gewicht.	Salzgehalt.	Capillarröhren		Flache Luftblasen	
				Cohäsion	Spec. Cohäsion	Cohäsion	Spec. Cohäsion
		σ	S	(α)	(a^2)	α	a^2
						mgr.	□mm.
	Alkohol	0,8064	0.			2,389	5,924
1.	Chlor-Lithium	0,8674	8,52	2,491	5,744	2,590	5,971
		0,9210	17,20	2,689	5,840	2,735	5,939
2.	Chlor-Calcium	0,8004	0.	2,295	5,733	2,287	5,712
		0,8537	6,93	2,407	5,639	2,346	5,497
		0,9012	13,93	2,502	5,553	2,464	5,468

Auch hier ändert sich wie bei wässrigen Salzlösungen die spec. Cohäsion nur unbedeutend mit der Concentration.

Dagegen ist wieder die Oberflächenspannung α nahezu proportional mit der Anzahl y von Salz-Aequivalenten, die in 100 Aequivalenten Alkohol gelöst sind. Es ist nämlich (α) und α nahezu gegeben durch

$$\alpha \overset{\text{mgr.}}{=} 2{,}336 + 0{,}1097\ y$$

wie die folgende Zusammenstellung der beobachteten und berechneten Werthe zeigt.

Tabelle IV.

No.	Substanz.	Aeq.	y	Spec. Gewicht.	Cohäsion.		
					(α) beob.	α beob.	α ber.
					mgr.	mgr.	mgr.
1.	2 LiCl	85	1,804	0,8674	2,491	2,590	2,534
			3,642	0,9210	2,689	2,735	2,736
2.	$CaCl_2$	111	1,124	0,8537	2,407	2,346	2,459
			2,260	0,9012	2,502	2,464	2,584

Das am Schluss von § 4 für wässrige Salzlösungen ausgesprochene Gesetz würde hiernach auch für alkoholische Lösungen gelten.

§ 7. Elastische Nachwirkung bei Flüssigkeiten.

Ausser der oben erwähnten unvollkommenen Benetzung unterscheiden sich die Versuche mit Capillarröhren noch in einem anderen wesentlichen Punkte, von denen über flache Luftblasen.

Schützt man den Meniskus oder die freie Oberfläche im Innern der Capillarröhre vor Verunreinigungen, so bleibt die Steighöhe stundenlang ungeändert, sowohl bei reinem Wasser und Alkohol, als auch bei Lösungen von Salzen in diesen Flüssigkeiten.

Dagegen nimmt die Höhe flacher Luftblasen in diesen Flüssigkeiten mit der Zeit ab, zuerst schnell, dann langsamer, und nähert sich einer gewissen Grösse, die sie nach 20 bis 40 Stunden erreicht.

Es zeigt dies, dass die Cohäsion oder Oberflächenspannung der erwähnten Flüssigkeiten zuerst schnell, dann langsamer abnimmt.

Bei reinem Wasser war

$0^h \quad 3^h48 \quad 21^h20'$

nach Entstehung der freien Oberfläche

$\alpha = 8{,}445 \quad 8{,}195 \quad 7{,}940$ mgr.

Wurde die flache Luftblase statt mit atmosphärischer Luft mit reinem Wasserstoff erzeugt, so war

$0^h \quad 1^h3' \quad 17^h23' \quad 21^h4$

nach Entstehung der freien Oberfläche

$\alpha = 8{,}455, \quad 8{,}420 \quad 7{,}985 \quad 7{,}590$ mgr.

Bei reinem Alkohol und atmosphärischer Luft war

$0^h \quad 0^h14' \quad 1^h44' \quad 2^h30' \quad 5^h51'$

nach der Entstehung der freien Oberfläche

$\alpha = 2{,}329 \quad 2{,}268 \quad 2{,}228 \quad 2{,}222 \quad 2{,}220$ mgr.

Werden durch Bewegen der Luftblase wieder neue Flüssigkeitstheilchen an die Oberfläche gebracht, so nimmt die Höhe der Luftblase oder die Oberflächenspannung α wieder zu, ohne jedoch den ursprünglichen Maximalwerth wieder zu erreichen. Eine in derselben Flüssigkeit frisch erzeugte flache Luftblase giebt aber sofort nach der Herstellung gemessen, wieder den ursprünglichen Maximalwerth für α.

Bei Salzlösungen ist diese Abnahme der Höhe flacher Luftblasen oder der Spannung der freien Flüssigkeits-Oberfläche noch viel bedeutender. Je nach der Natur der Flüssigkeit sinkt der Werth von α von der Grösse, wie er der frisch gebildeten Oberfläche zukommt (8,4 bis 11^{mgr}, je nach der Natur der Salzlösung) im Laufe von 6 bis 70

Stunden nicht nur bis 7,6^{mgr}, wie er einer reinen lange gebildeten Wasserfläche entsprechen würde, sondern noch bedeutend tiefer bis 7 oder 6^{mgr}. Beim Bewegen der Luftblase nimmt er wieder zu, sobald neue Theilchen aus dem Innern der Flüssigkeit an die Oberfläche gelangen. Eine frisch gebildete flache Luftblase giebt wieder den ursprünglichen Maximalwerth für α.

Während also Versuche an Capillarröhren keine merkliche Aenderung der Capillar-Constante α mit der Zeit zeigen, tritt dieselbe in hohem Grade deutlich bei flachen Luftblasen hervor und geht bei den letzteren sogar weiter, als die im Anfang dieser Mittheilung (§ 1) erwähnte Theorie erwarten lässt.

Diese Erscheinungen sind analog denen der elastischen Nachwirkung bei festen Körpern. Eine Flüssigkeit zeigt je nach den Bedingungen, unter denen sie sich befindet und je nach den Kräften, denen sie im Laufe der Zeit unterworfen gewesen ist, ganz verschiedene Eigenschaften — verschiedene Dichtigkeit, verschiedene Cohäsion, verschiedene Beweglichkeit, verschiedene elektromotoriche Kraft (vergl. Pogg. Ann. 153 p. 164 1874). Die Abnahme der Oberflächenspannung α mit der Zeit, welche Salzlösungen zeigen, rührt wahrscheinlich von einer sehr dünnen Wasserschicht her, die sich an der freien Oberfläche der Salzlösung ansammelt. Diese Wasserschicht, deren Dicke von der Ordnung des Radius der Wirkungssphäre der Molecularkräfte ist (circa 0,000050^{mm}) hat aber ganz verschiedene Eigenschaften, je nachdem sie sich zwischen Luft und Wasser, oder Luft und Salzlösungen, befindet.

Dass bei einem Flüssigkeits-Meniskus in einer Capillarröhre diese Aenderungen weniger deutlich hervortreten, könnte darin seinen Grund haben, dass die von der Glaswand auf die benachbarten Flüssigkeitstheilchen ausgeübten Molecularkräfte eine Concentrationsänderung der Salzlösung

oder eine Dichtigkeitsänderung des Wassers und Alkohols verhindern.

Die Berührungsflächen der Flüssigkeiten mit Luft zeigen hiernach ähnliche Verschiedenheiten, wie die Berührungsflächen mit anderen Flüssigkeiten oder mit festen Körpern, jedoch mit dem Unterschiede, dass bei den letzteren eine Verdichtung, bei den ersteren eine Verdünnung der Flüssigkeitstheilchen allmählig aufzutreten scheint.

Heidelberg, den 30. December 1875.

Herr W. Beetz trug vor:

Ueber anomale Angaben des Goldblatt-electroskops.

Dasjenige Goldblattelectroskop, welches in den physikalischen Cabineten allein noch angewandt zu werden pflegt, ist das Kugelelectroskop [1]). Für die meisten feineren Untersuchungen ist dasselbe zwar durch das Säulenelectroskop fast ganz verdrängt und zur Demonstration in den Vorlesungen eignet es sich seiner kleinen Dimensionen wegen auch nicht besonders; (ich bediene mich statt seiner für diesen Zweck stets des sehr empfindlichen und weithin sichtbaren Bifilarelectroskops [2]); immerhin ist aber das Goldblattelectroskop noch vielfach in Anwendung, z. B. wenn man untersuchen will, ob ein Körper ein Leiter der Electricität ist, oder nicht.

Soll ein solches Electroskop geladen werden, so lässt man die auf der Oberfläche eines geriebenen Körpers vorhandene Electricität in der Regel nur durch Influenz auf den Leiter des Electroskops wirken; unter Umständen theilt man diesem aber auch direct durch Berührung Electricität mit, z. B. wenn man die Anwendung des Electroscops zeigen will, ehe man die Lehre von der Influenz erläutert hat. In einem solchen Falle fand Herr Forster [3]), dass das Electroskop, wenn es durch Berührung mit einem stark negativ electrischen Körper geladen worden war, eine positive Ladung angenommen hatte. Die Erklärung, welche derselbe von dieser sonderbaren Erscheinung giebt, ist folgende: „Nähert

[1]) P. Riess, die Lehre von der Reibungselectricität, 1853. I. p. 60.
[2]) W. Beetz, Bifilarelectroskop, Carl. Rep. IX. p. 182.
[3]) Poggend. Ann. CXLIV. p. 439. 1871.

man dem Knopf des Electroskops die stark negativ electrische Stange, so findet Vertheilung der Electricitäten im Electroskop statt. Die + E strömt in den Knopf, in welchem sie durch die — E der Stange gebunden wird; die — E strömt in die Blättchen, welche unter ihrem Einflusse divergiren. Unter dem Einflusse der Stange strömt — E aus dem Electroskop ab, während im Knopf sich immer mehr + E sammelt und gebunden wird. Im Momente des Berührens von Stange und Knopf giebt die Stange diejenige Menge — E, welche an der Berührungsstelle vorhanden ist, an den Knopf ab und neutralisirt in demselben eine entsprechende Menge + E. Da aber die mit dem Knopfe nicht in unmittelbarer Berührung befindlichen Theile der Stange ihre — E nicht abgeben, so wird dieser Ueberschuss von — E die angedeutete Vertheilung und Bindung fortsetzen, in Folge dessen sich im Knopfe viel mehr gebundene + E, als in den Blättchen freie — E ansammelt, weil ein f o r t w ä h r e n d e r V e r l u s t a n — E des Electroskops stattfindet."

Diese Erklärung ist ohne Frage richtig, nur lässt sie einen Umstand unerörtet, nämlich den: wohin strömt die — E aus dem Electroskop unter dem Einfluss der — E der Stange? Dies wird sofort klar, wenn man nicht nur die eine beschriebene Thatsache betrachtet, sondern die ganze Reihe der abnormen Erscheinungen, welche das Electroskop zeigt.

Ich stellte meine Versuche mit verschiedenen Electroskopen und verschiedenen Electricitätsquellen an, will aber in der Folge immer von ein und demselben Electroskop, einem Kugelelectroskop von Schubert in Gent mit Aluminiumblättchen, und immer von ein und derselben Electricitätsquelle, einer mit Katzenfell geriebenen Siegellackstange reden.

1) N ä h e r t man die Stange dem Knopfe des Electroskops, ohne denselben zu berühren, so divergiren die Blättchen

und zwar zeigen sie nach Entfernung der Stange, wenn die Annäherung einige Secunden gedauert hatte oder die Stange langsam über den Knopf hingeführt worden war, positive Electricität. (Auch dies hat Herr Forster schon beobachtet). Ueberlässt man nun das Electroskop sich selbst, so fallen die Blättchen langsam zusammen. Berührt man aber den Knopf, so lange die Divergenz noch dauert, einen Moment leitend, so fallen die Blättchen plötzlich zusammen, allmählich aber gehen sie wieder auseinander und zwar mit negativer Electricität. Dieser Vorgang zeigt, wohin die — E aus dem Electroskop geströmt ist: nämlich auf die innere Glasfläche. Sobald die — e Stange dem Knopfe genähert wird, strömt — E aus den Blättchen auf die Glasfläche; im Knopfe bleibt aber + E. Entfernt man die Stange, so divergiren die Blättchen mit + E, saugen aber langsam die — E von der Glasfläche wieder ein und der Versuch ist zu Ende. Berührt man aber sofort den Knopf des mit + E geladenen Electroskops, so wird diese abgeleitet, die unelectrisch gewordenen Blättchen saugen aber ebenfalls die — E von der Glasfläche wieder ein und divergiren mit derselben. Haben sie das Maximum der Divergenz erreicht und man berührt den Knopf, so wird das Electroskop entladen.

2) Berührt man den Knopf mit der Stange und entfernt diese dann, so divergiren die Blättchen heftig mit positiver Electricität; die Divergenz verliert sich nur schwer. Berührt man den Knopf, so bleibt die Divergenz mit positiver Electricität bestehen. Sehr allmählich nimmt sie ab; berührt man unterdess wieder den Knopf, so nimmt sie sogar wieder zu und nur sehr schwer nimmt das Electroskop seinen völlig unelectrischen Zustand wieder an. Die Erklärung dieser auffallenden Erscheinung ist folgende: Beim Berühren des Knopfes mit dem stark — e Körper wird das Electroskop ganz in der von Herrn Forster angegebenen

Weise mit + E geladen. Hat man statt der geriebenen Siegellackstange eine geriebene Ebonitplatte genommen, so sieht man beim Aufstreuen eines Gemisches von Schwefel- und Mennigepulver eine positive Staubfigur an der Stelle entstehen, an welcher der Funke zwischen dem Knopf und der Platte übergegangen ist. Nach dieser Richtung entweicht also, wie sich von selbst versteht, + E aus dem Knopfe; aber die — E, durch deren Austritt die + e Ladung des Electroskops allein erklärt werden kann, ist in grosser Menge auf die Glasfläche übergetreten. Berührt man den Knopf, so leitet man die + E nicht ab, weil sie zu stark durch jene, auf der Glasplatte ausgebreitete — E gebunden ist. Fallen die Blättchen langsam zusammen, und man berührt den Knopf wieder, so ist immer noch — E genug auf dem Glase vorhanden, um durch Influenz bedeutende Mengen von + E in den Blättchen festzuhalten. Man nimmt also durch Berührung nur die in die Blättchen zurückgekehrte und nicht gebundene — E, aber nicht die + E fort. Nur langsam kann die grosse Menge der auf dem Glase haftenden Electricität ihren Ausweg durch die Blättchen finden.

Alle beschriebenen Erscheinungen setzen gar nicht etwa sehr kräftige Electricitätsquellen voraus; man kann dieselben auch mit einem an einem Kautschuktuch oder an Amalgam geriebenen Glasstabe leicht hervorrufen. Wohl aber ist die Länge der Blättchen nicht gleichgültig: mit etwas längeren Blättchen treten alle Erscheinungen stärker auf; selbstverständlich dürfen dieselben unter keinen Umständen bis an die Kugelwände reichen.

Wenn nach diesen Angaben das Electroskop geradezu eins der unbrauchbarsten physikalischen Instrumente zu werden scheint, so ist dies nur deshalb der Fall, weil man eine höchst einfache Zugabe zum Electroskop, welche Herr Riess in der oben angezogenen Beschreibung desselben ganz

klar angegeben und abgebildet hat, als ganz überflüssig unbeachtet gelassen hat: das ist die Stanniolbekleidung auf der Aussenseite der Glaskugel, welche den Messinghals des Instrumentes mit dessen Fussgestell leitend verbindet. Die älteren Electroskope von Cavallo, Volta, Bennet trugen solche Stanniolbelege an der Innenseite des Glasgefässes, um die etwa zu stark divergirenden Pendel zu entladen, wenn sie an die Gefässwände anschlagen. Am Kugelelectroskop sind die Belege aussen angebracht; hiedurch sind zunächst die störenden Einflüsse vermieden, welche durch jede noch so leichte Reibung der den Blättchen gegenüberstehenden Glaswände entstehen müssen, dann aber wird auch die aus den Blättchen auf die Innenseite der Glaswände überströmende Electricität sofort grösstentheils gebunden. Der geringe ungebunden bleibende Ueberschuss, im betrachteten Falle — E, reicht deshalb nicht hin, um eine erhebliche Menge + E in den Blättchen festzuhalten, und deshalb divergiren dieselben selbst nach der Berührung mit dem — e Körper niemals mit + E, sondern, wie man es immer erwartet hat, mit — E. Berührt man den Knopf der Electroskops, während die Blättchen divergiren, so erfolgt in der That eine Entladung und ebenso kann man das nicht mit Stanniolbelegen versehene Electroskop scheinbar vollständig entladen, wenn man die untere Kugelhälfte mit einer Hand bedeckt, während man mit der anderen den Knopf berührt. Aber eine solche Entladung trifft noch nicht die Glaskugel, in welcher vielmehr beide Electricitäten wie in einer leydener Flasche festgehalten sind, so dass je nach zufälligen Umständen doch noch Störungen in den normalen Angaben des Electroskops stattfinden können. Ebenso wirkt jeder noch so schwach leitende Ueberzug auf der äusseren Glasfläche, z. B. Feuchtigkeit, bindend auf die innen haftende Electricität; die oben beschriebenen Vorgänge finden deshalb am reinsten statt, wenn man die äussere Glasfläche zuvor mit Alkohol

sauber abgeputzt und bis zum Ablaufen des Beschlages mit einer Flamme erwärmt hat. Wäscht man dagegen das Glas mit Alkohol ab, ohne es zu erwärmen, und stellt sogleich die Versuche an, so ladet sich oft das Electroskop beim Berühren mit der Siegellackstange negativ, weil die durch die Verdunstung des Alkohols entstandene Kälte die Bildung eines wässrigen Niederschlages auf der Glasfläche veranlasst hat.

Jedenfalls zeigen die vorstehenden Mittheilungen, dass das Glas überhaupt der unzweckmässigste Körper ist, aus dem man das Gehäuse eines Electroskops hat herstellen können. In der That hat man an anderen electrischen Beobachtungs- und Messapparaten dasselbe schon lange durch Metall ersetzt: so z. B. R. Kohlrausch an seinem Torsions- und Sinuselectrometer, Thomson an seinem Quadrantelectrometer. Ich habe ein Electroskop construiren lassen, dessen Gehäuse ein horizontalliegendes, von Metallfüssen getragenes Messingrohr von 12 cm Durchmesser und 8 cm Länge ist. Seine beiden Endflächen sind durch verticale Glasplatten geschlossen, denen parallel die Ebene liegt, in welcher die Aluminiumblättchen divergiren. An einem solchen Electroskop bilden sich nirgends störende Rückstände; man kann alle seine Theile ganz vollständig entladen, indem man Knopf und Gehäuse leitend mit einander verbindet; ausserdem eignet es sich für objective Projection besser, als das Kugelelectroskop. Durch lange dauernde Annäherung eines — e Körpers nehmen die Blättchen wohl auch in diesem Electroskop eine geringe + E an, während die zugehörige — E abgeleitet wird, beim Berühren überwiegt aber sofort die mitgetheilte — E über die durch Influenz erzeugte + E, weil diese nicht mehr durch eine gegenüberstehende — E festgehalten wird. Die sonst vorhandene Quelle des Irrthums ist also vermieden.

Endlich hat dieses Mantelelectroskop noch die vortreff-

liche Eigenschaft, dass man es durch denselben electrischen Körper durch Influenz nach Belieben positiv oder negativ laden kann. Ist der electrische Körper wieder die geriebene Siegellackstange, so geschieht die positive Ladung wie immer. Will man aber das Electroskop negativ laden, so stellt man es auf eine Ebonitplatte, nähert die Siegellackstange dem Knopf, berührt mit dem Finger das Gehäuse, entfernt dann den Finger und darauf die Siegellackstange. Die Blättchen hängen jetzt neutral herab, wie wenn in ihrer Nähe gar kein electrischer Körper wäre; in der That aber befinden sie sich im Innern des durch Influenz positiv-electrisch gemachten Cylinders. Berührt man daher jetzt den Knopf des Electroskops leitend, so entzieht man demselben +E, während die Blättchen sofort mit —E divergiren.

Das Mantelelectroskop vermeidet also die Fehlerquellen der bisher gebräuchlichen Apparate und gestattet ausserdem eine weitere Anwendbarkeit, als jene.

Derselbe machte folgende Bemerkung

„Ueber das electrische Leitungsvermögen des Braunsteins und der Kohle."

Auf Veranlassung des Herrn von Kobell prüfte ich einige Manganerze, welche mir Derselbe freundlichst übergab, auf ihr electrisches Leitungsvermögen. Es war ein Pyrolusit und ein Manganit. Durch Spalten und weiteres Bearbeiten mit der Feile wurden aus den gegebenen Erzen möglichst gut prismatische Stücke hergestellt. Das eine Ende eines solchen Prismas wurde durch Eintauchen in leichtschmelzbare Metalllegirung mit einer Metallhülse versehen, an welcher ein Leitungsdraht befestigt wurde; das andere Ende wurde bis zu einer bezeichneten Stelle in Quecksilber getaucht, dann wurde der Widerstand der ganzen Combination be-

stimmt. Darauf wurde das Prisma bis zu einer zweiten bezeichneten Stelle in Quecksilber versenkt, und wiederum der Widerstand der Combination bestimmt. Die Differenz der beiden Ergebnisse ist dann der Widerstand des zwischen den beiden Zeichen liegenden Leiterstückes von bekannter Länge. Der mittlere Querschnitt desselben wurde aus dem Gewichte des Stückes und dessen Dichtigkeit berechnet.

Da ich theils früher, theils jetzt das Leitungsvermögen einiger Kohlensorten bestimmt habe, so theile ich auch die mit diesen Körpern erhaltenen Resultate hier mit. Während die für die Manganerze erhaltenen Zahlen nur als Annäherungen an die wahren Werthe betrachtet werden dürfen, weil die gegebenen Stücke nur sehr klein und die prismatische Gestalt etwas mangelhaft war, und weil in den verschiedenen Richtungen diese Erze ihres strahligen und krystallinischen Gefüges wegen gewiss sehr verschiedene Leitungsfähigkeit besitzen, dürfen die für die Kohle gegebenen Werthe auf grössere Genauigkeit Anspruch machen, weil die angewandten Stücke von sehr regelmässig prismatischer Form und von bedeutender Länge waren. Die an verschieden langen Stücken beobachteten Widerstände stehen denn auch sehr nahe im richtigen Verhältniss zu den Längen. Die Querschnitte wurden an den grösseren Stücken (3, 5 und 6) durch Messung der Breite und Dicke direct gefunden, an allen übrigen wie an den Manganerzen aus Masse und Dichtigkeit berechnet.

Das gefundene Leitungsvermögen λ bezieht sich auf das des Quecksilbers = 1; der Siemensschen Definition der Widerstandseinheit entsprechend sind deshalb die Längen der Leiter l in Metern, ihre Querschnitte q in Quadratmillimetern ausgedrückt. Ueber die einzelnen Kohlensorten mache ich noch folgende Angaben:

4) Graphitstifte von Faber sind sehr homogene unbekleidete Stifte aus Bleistiftmasse, im Handel bezeichnet F.

Crayons d'artiste. 3) und 5) sind parallelopipedische Kohlenstücke für Bunsenelemente und zwar ist 5 eine sehr gute Kohle aus Münchener Gasretortenkohle geschnitten, 3 dagegen eine Kohle aus Nürnberg von so grossem Widerstande, dass sie sich für den Gebrauch in der Batterie als vollständig unbrauchbar erwiesen hat.

6) Ist eine Kohlenplatte aus einer Bunsenschen Plattenbatterie, wie sie Ruhmkorff seinen Inductionsapparaten beigiebt. Alle Batteriekohlen waren noch ungebraucht und vor der Messung gut getrocknet.

7) Ist ein Kohlenstab von einer Faucaultschen Lampe, von Duboscq geliefert.

Die Beobachtungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

No.	Leiter	s	q	l	w	λ
1	Manganit	4,34	14,43	0,012	520	0,0000016
			10,00	0,006	230	0,0000026
2	Pyrolusit	4,66	3,23	0,024	60	0,000123
			1,41	0,026	80	0,000230
3	Nürnberger Batteriekohle	1,47	1125	0,140	0,73	0,00017
				0,070	0,37	
4	Graphitstab von Faber	2,28	2,36	0,100	8,55	0,00455
				0,050	4,30	
5	Münchener Retortenkohle	1,72	1272	0,140	0,010	0,0110
6	Kohlenplatte von Ruhmkorff	1,82	1232	0,140	0,009	0,0138
				0,070	0,005	
7	Kohlenstab von Duboscq	1,90	22,42	0,140	0,217	0,0288
				0,070	0,109	

Das Leitungsvermögen der beiden Manganerze ist also sehr gering; das einer concentrirten Zinkvitriollösung würde sogar grösser sein, als das des Manganits (0,0000046). Die schlechtleitenden Kohlensorten 3 und 4 sind keine reine Kohle, sondern Gemische mit schlechten Leitern. Dagegen sind die drei letzten Stücke 5, 6 und 7 aus Retortenkohle geschnitten; ihr Leitungsvermögen nimmt in derselben Ordnung zu, wie ihre Dichtigkeit. Die Pariser Kohlen sind weitaus die am besten leitenden.

Herr Matthiessen[4]) hat auch einige Angaben über die Leitungsfähigkeit mehrerer Graphit- und Kohlensorten gemacht. Wenn dieselben auf die Leitungsfähigkeit des Quecksilbers = 1 reducirt werden, so ordnen sie sich zwischen die von mir gefundenen Werthe. Er fand nämlich für

Graphit (Bleistiftmasse) zwischen 0,0425 und 0,0024

Batteriekohle 0,00177.

Gaskohle 0,0224.

---

4) Poggend. Ann. CIII. p. 428.

Herr Wilhelm von Bezold spricht

„Ueber die Vergleichung von Pigmentfarben mit Spectralfarben".

Nach dem Gesetze der Farbenmischung, wie es zuerst von Newton aufgestellt, und später durch die Untersuchungen von Grassmann, Helmholtz und Maxwell als richtig erwiesen wurde, lässt sich jede Farbenempfindung, deren wir fähig sind, durch Mischung einer Spectralfarbe mit Weiss hervorrufen. Ausgenommen sind hievon nur die sogenannten Purpurtöne, für welche zwei Spectralfarben nämlich Roth und Blau erforderlich sind und ausserdem allenfalls noch mehr oder weniger Weiss. Von diesen Tönen soll im Folgenden gänzlich abgesehen werden.

Unter Berücksichtigung der eben gemachten Beschränkung genügt demnach zur vollständigen Bestimmung irgend einer Farbe die Kenntniss dreier Stücke: des Farbentones, der Reinheit[1]) und der Helligkeit, d. h. man muss vor Allem jene Spectralfarbe kennen, durch deren Mischung mit Weiss sich die betreffende Farbe herstellen lässt, dann das Verhältniss, nach welchem diese Mischung vorgenommen werden muss, und endlich die Helligkeit der Mischfarbe oder einer ihrer Componenten nach irgend einem fest bestimmten Maasse.

Wäre man im Stande, diese einzelnen hier genannten Grössen mit Schärfe zu bestimmen, so könnte man auch die Farbe eines Pigmentes durch drei Zahlen vollständig

1) Vgl. Poggdff. Ann. Bd. CL. S. 77 u. 78.

charakterisiren. Ein Versuch eine solche Bestimmung wirklich auszuführen, ist meines Wissens noch niemals gemacht worden. Zwar hat Maxwell zwischen verschiedenen Pigmenten Farbengleichungen hergestellt, aber er beschränkte sich hierauf, ohne eine Reduction auf die prismatischen Farben vorzunehmen. Chevreul dagegen, dessen „Exposé d'un moyen de definir et nommer les couleurs" den ganzen 33. Band der Memoiren der Pariser Academie einnimmt, liess bei dieser umfangreichen und mühsamen Arbeit das Gesetz der Farbenmischung so sehr ausser Acht und räumte dem blossen Gefühle einen solchen Spielraum ein, dass man diesem Werke zwar eine gewisse praktische Bedeutung nicht absprechen, aber kaum einen hohen wissenschaftlichen Werth beilegen kann. Auch die Vergleichung der Farben einiger gefärbten Körper mit Stellen des Spectrums, welche er im Vereine mit E. Becquerel ausführte und von letzterem a. a. O. auf S. 46—48 beschrieben ist, flösst wegen der dabei angewendeten Methode nur mässiges Vertrauen ein. Aber selbst wenn diese wenigen Bestimmungen vollkommen gelungen sein sollten, so wäre die Methode doch jedenfalls viel zu umständlich, um eine häufigere Anwendung zu gestatten. Bei Pigmenten von geringerer Helligkeit oder Reinheit müsste sie überdies erst wesentlich modificirt werden.

Im Folgenden sollen nun zwei Methoden beschrieben werden, vermittelst deren man wenigstens eines dieser Elemente, und zwar das interessanteste, den Farbenton, auf einfache Weise und mit geringer Mühe ermitteln kann.

Diese Methoden schliessen sich eng an einen Vorschlag an, der einmal, ich weiss leider nicht mehr, wo und von welcher Seite, gemacht wurde, um Mischungen von Pigment- und Spectralfarben hervorzubringen.

Der genannte Vorschlag bestund darin, die Scala im Scalenfernrohre eines gewöhnlichen Spectralapparates durch eine passend erleuchtete farbige Fläche zu ersetzen; dann

muss das Spiegelbild dieser Fläche sich über das Spectrum lagern, so dass der Beobachter eine Mischung der von dem Pigmente zurückgeworfenen und der Spectralfarben erblickt.

Auf ganz ähnliche Weise kann man nun ein Spiegel-Bild einer bemalten Fläche neben ein Spectrum legen und so die beiden mit einander vergleichen.

Nach mehreren Versuchen fand ich die folgende Anordnung am zweckmässigsten:

Ein weisser Carton von möglichst feinem Korne wurde zum Theile mit schwarzem Papier beklebt, so dass eine scharfe horizontale Trennungslinie die beiden Hälften scheidet. Senkrecht auf diese Trennungslinie ist in den schwarzen Theil eine Spalte eingeschnitten von etwa einem Millimeter Breite oder weniger; diese Spalte reicht genau bis zu der Trennungslinie der beiden Hälften. Damit dieser Schlitz möglichst scharfe Ränder erhalte, ist es zweckmässig, ihn im Carton etwas breiter zu lassen, so dass die Ränder nur von dem schwarzen Papiere gebildet werden.

Diesen so vorgerichteten Carton bringt man nun in die Brennebene des Scalenfernrohres, von dem man die Scala entfernt hat und das bewegliche Rohrstück entweder möglichst weit hineingeschoben, oder allenfalls auch hinweggenommen hat. Die horizontale Trennungslinie muss durch die Axe des Rohres senkrecht geschnitten werden und der ganze Carton in seiner eigenen Ebene leicht horizontal verschiebbar sein, was sich durch Aufkleben desselben auf einen Holzklotz ohne Schwierigkeit erreichen lässt. Befindet sich der weisse Theil oberhalb der Fernrohraxe, so erblickt man im Beobachtungsfernrohre unten das Spiegelbild der weissen Fläche, oben dicht daranstossend das des Schlitzes.

Hat man nun gleichzeitig die untere Hälfte des Spaltes im Collimatorfernrohre mit einem Blättchen Stanniol oder sonst einem undurchsichtigen Körper bedeckt, während die obere frei gelassen wurde, so sieht man zugleich in der

unteren Hälfte des Gesichtsfeldes das Spectrum gemischt mit Weiss. Durch geeignetes Beschatten des weissen Cartons sowie durch passende Wahl der Spaltbreite (im Collimator), kann man sowohl die Helligkeit des Spectrums als auch des weissen Spiegelbildes innerhalb ziemlich weiter Grenzen beliebig verändern, und hat so die Reinheit und Helligkeit des unten erscheinenden Spectrums in seiner Gewalt.

Stellt man nun in einiger Entfernung hinter dem Schlitze im Carton die zu untersuchende farbige Fläche auf, so erblickt man den Schlitz in der betreffenden Farbe. Durch Verschieben des Cartons kann man alsdann das Bild des Schlitzes dicht über die Farbe im Spectrum bringen, welche ihm am nächsten steht und endlich durch allmälige Aenderung in der Helligkeit und Reinheit des letzteren vollständige Uebereinstimmung herbeiführen.

Hiebei ist es wesentlich, dass der Carton ein sehr feines Korn habe, weil sonst das über das Spectrum gelagerte Bild desselben dem Spectrum ein fremdartiges Ansehen gibt, während das von der farbigen Fläche herrührende Licht dadurch, dass kein deutliches Bild dieser Fläche, sondern nur ein solches des Schlitzes entsteht, jene eigenthümliche Durchsichtigkeit besitzt, wie man sie sonst an Körperfarben vergeblich sucht.

Die Resultate, welche man auf diese Weise erhalten hat, lassen sich nun noch mit Hülfe einer zweiten Methode controliren, die noch rascher zum Ziele führt, aber vielleicht weniger frei von Einwürfen ist.

Diese Methode ist die folgende:

Man ersetzt die Scala im Scalenfernrohre durch eine undurchsichtige Platte (im Nothfalle nur aus Stanniol), die mit einem, die Mitte überschreitenden, verticalen Schlitze versehen ist, während die Spalte im Collimator, wie beim vorigen Versuche zur Hälfte bedeckt bleibt.

Bringt man nun vor dem Schlitze am Scalenfernrohre die farbige Fläche an, so erblickt man das Bild des Schlitzes im dunklen Theile des Gesichtsfeldes in dieser Farbe. Die andere Hälfte des Bildes lagert sich über das in der unteren Hälfte sichtbare Spectrum und erscheint demnach dort in der aus der Pigmentfarbe und einer Spectralfarbe gebildeten Mischfarbe. Diese Mischfarbe neigt sich nun der brechbareren Seite zu, wenn die Spectralfarbe, auf welche das Bild des Schlitzes fällt, brechbarer ist als die dem Pigmente entsprechende, während das Umgekehrte eintritt, wenn die Spectralfarbe weniger brechbar ist. Da man durch eine kleine Bewegung des Scalenfernrohres das Bild des Schlitzes leicht über das ganze Spectrum hinwegführen kann, so ist es unschwer, jene Stelle zu finden, wo das Umspringen der Mischfarbe statt hat und diese Stelle besitzt offenbar denselben Farbenton, wie die betreffende Pigmentfarbe.

Diese Reaction ist äusserst empfindlich. Gesetzt z B. man habe ein grünes Pigment vor sich, wie es der Linie E entspricht, so genügt die allergeringste Verschiebung des Scalenfernrohres nach rechts oder links um den auf das Spectrum fallenden Theil des Schlitzbildes im Vergleiche mit dem andern Theile das einemal gelblich das anderemal bläulich erscheinen zu lassen.

Ob die beiden Methoden ganz genau übereinstimmende Resultate liefern, dies kann natürlich erst nach eingehenden Versuchen entschieden werden. Für jene Theile des Spectrum's in welchen sich die Fluorescenz der Netzhaut nicht merkbar macht, glaube ich dessen bereits sicher zu sein.

Die hier mitgetheilten Methoden sollen zunächst dazu verwendet werden, die Grundlagen für eine wirklich richtige in Pigmentfarben ausgeführte Farbentafel zu liefern.

Herr Baeyer berichtet über die in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit:

„Ueber die Hydrazinverbindungen der Fettreihe von Emil Fischer."

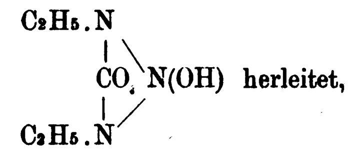
Nachdem es gelungen, vor den secundären Aminbasen ausgehend die zweifach substituirten, fetten Hydrazinbasen darzustellen, war Aussicht vorhanden, auf ähnliche Weise die nur ein Alkoholradical enthaltenden Hydrazine der Fettreihe zu gewinnen, deren Kenntniss durch die nahen Beziehungen zu den bisher vergebens angestrebten Diazokörpern ein erhöhtes Interesse erhielt.

Durch Benutzung derselben Reaction, welche durch Reduction der NO-zur NH_2gruppe die Synthese des Dimethyl-und Diaethylhydrazins ermöglichte, ist es mir nun neuerdings in der That gelungen, zunächst ein Glied dieser Körperklasse, das Monoaethylhydrazin $C_2H_5.NH\text{-}NH_2$ zu erhalten.

Als Ausgangspunkt für die Gewinnung desselben diente der Diaethylharnstoff, welcher als secundäre Aminbase einerseits die Einführung einer Nitrosogruppe nach der gewöhnlichen Methode durch Einwirkung von salpetriger Säure gestattete und andererseits wegen seiner leichten Spaltbarkeit besonders geeignet erschien, eine spätere Entfernung und Ersetzung der Carbamidgruppe durch Wasserstoff zu ermöglichen.

Ueber die Einwirkung der salpetrigen Säure auf Diaethyl-

harnstoff sind die älteren Angaben von **Würtz**, welcher bei dieser Reaction die Bildung von Stickstoff, Kohlensäure und Aethylamin constatirte, neuerdings von v. Zotta [1]) wesentlich ergänzt und modificirt worden; unter Einhaltung günstigerer Bedingungen konnte letzterer die Spaltung des Harnstoffs vermeiden und erhielt bei der Einwirkung von KNO_2 auf eine kalt gehaltene Lösung von salpetersaurem Salz ein gelbes Oel, für welches er, allerdings ohne Analyse der explosiven Substanz, aus den bei der Destillation entstehenden Zersetzungsproducten die Formel



Bei Wiederholung der Versuche von Zotta habe ich die Angaben desselben, soweit sie Bildung, Eigenschaften und empirische Zusammensetzung dieser Substanz betreffen, vollständig bestätigt gefunden; dagegen führte das weitere Studium des Körpers zu einer wesentlich verschiedenen Auffassung seiner Constitution.

Zur Darstellung habe ich verschiedene Methoden in Anwendung gebracht; durch Eintragen von KNO_2 in eine neutrale oder stark saure Lösung von salpetersaurem oder salzsaurem Diaethylharnstoff, sowie selbst beim Einleiten von überschüssiger, salpetriger Säure in die ätherische Lösung desselben, wurde, wie ich mich wiederholt überzeugte, stets dieselbe Substanz erhalten.

Letztere Methode lieferte das reinste Product, welches desshalb auch zur Analyse verwandt wurde; nach Abdampfen des Aethers, der durch salpetrige Säure tief grün gefärbt war, bei sehr gelinder Wärme, wurde das rückständige, gelbe Oel

---

1) Liebigs Ann. 179. 101.

mehrmals mit Wasser gewaschen, wieder in Aether gelöst, mit Chlorcalicum getrocknet und der Aether verdampft; der ölige Rückstand setzte beim längeren Stehen im vacuum bei Wintertemperatur prachtvoll ausgebildete, anscheinend rhombische, wasserhelle Tafeln ab, welche bei etwa 5° schmelzen; indess gelang es auch bei weit grösserer Abkühlung nicht, die ganze Masse zum Erstarren zu bringen.

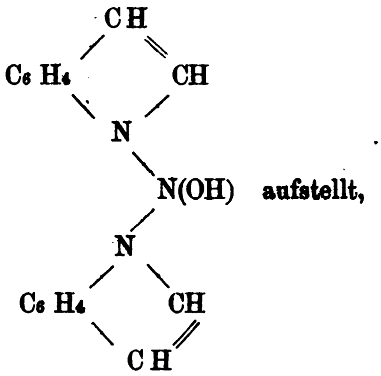
Die Analyse der so dargestellten und gereinigten Substanz, welche im Schiffchen und weiten, offenen Verbrennungsrohr ausgeführt wurde, wobei trotz aller Vorsicht plötzliche Verpuffung kaum zu vermeiden ist, gab nur annähernd stimmende Zahlen, welche indessen für die Formel $C_5 H_{11} N_3 O_2$ als hinreichend entscheidend betrachtet werden können.

Gefunden		Berechnet.
C	40,23	41,38
H	7,47	7,55

Es wird dadurch die Ansicht Zotta's über die empirische Zusammensetzung der Substanz bestätigt; gegen die von ihm aufgestellte, oben angeführte, rationelle Formel, welche den Körper gewissermassen als Abkömmling des Hydroxylamins darstellt, scheinen mir jedoch manche Bedenken berechtigt zu sein.

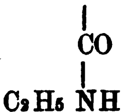
Abgesehen davon, dass eine derartige Formel dem gegen Alkalien und Säuren indifferenten Körper wenig entspricht, liegt für das gleichzeitige Eingreifen eines Moleküls HNO_2 in zwei Imidgruppen unter Bildung eines substituirten Hydroxylamins trotz der zahlreichen in dieser Richtung angestellten Versuche kein Analogie-Fall vor, es sei denn, dass man das neuerdings von Nencki [1]) beschriebene Nitrosoindol hierzu zähle, für welches er die aber ebenfalls noch sehr problematische Formel

2) Ber. d. d. chem. Ges. in Berlin VIII 1518.



aufstellt,

ein Körper, der übrigens durch seine basischen Eigenschaften, und seine Reduction zu einer Hydrazoverbindung als wesentlich von obiger Substanz verschieden charakterisirt ist. Die langsame Zersetzung desselben schon in der Kälte unter Entwicklung von Oxyden des Stickstoffs, die Bildung der Liebermann'schen Farbstoffe beim Zusammenbringen mit Phenol und Schwefelsäure (Reaction der NO-gruppe) und endlich die unten beschriebene Reduction der Verbindung zu einer Hydrazinbase scheinen mir vielmehr genügender Beweis zu sein, dass dieselbe als einfaches Nitrosoderivat des Diaethylharnstoffs von der Formel



aufzufassen ist.

Es bleibt diess jedenfalls einstweilen der einfachste und vollkommenste Ausdruck für Entstehung und sämmtliche Reactionen der Substanz.

Ihre Bildung erfolgt dann nach dem für die Nitrosamine [2]) allgemeinen Schema

---

2) Dieser von Witt (Ber. d. d. chem. Ges. VIII 877) vorgeschlagene Name für diejenigen Nitrosoverbindungen, welche die Nitrosogruppe an

$$\begin{array}{c} C_2H_5NH \\ | \\ CO \\ | \\ C_2H_5.NH \end{array} + HNO_2 = H_2O + \begin{array}{c} C_2H_5.N-NO \\ | \\ CO \\ | \\ C_2H_5.NH \end{array}$$

Auffallend kann bei dieser Reaction allerdings der Umstand erscheinen, dass selbst bei Einwirkung von überschüssiger, salpetriger Säure immer nur eine Imidgruppe angegriffen wird; es erklärt sich diess jedoch einfach, wenn man mit Rücksicht auf das bis jetzt über jene Reaction vorliegende experimentelle Material annimmt, dass die Nitrosaminbildung wesentlich abhängig resp. proportional ist der Basicität der Imidgruppe.

Dem einbasischen Diaethylamin entspricht das Diaethylnitrosamin. Der ebenfalls nur einbasische Diaethylharnstoff liefert unter denselben Bedingungen ein Mononitrosoderivat, während bei solchen Imiden, deren basische Eigenschaften durch den Einfluss von Säureradicalen aufgehoben sind, die Darstellung von Nitrosaminen nach den gewöhnlichen Methoden wenigstens bisher nicht gelang.

Die Umwandlung des Diaethylnitrosaminharnstoffs in die entsprechende Hydrazinbase wurde nach der bereits mehrfach erwähnten Methode durch Zinkstaub und Essigsäure bewerkstelligt; zu der mit überschüssigem Zinkstaub ver-

---

Stickstoff gebunden enthalten, wird zur Vereinfachung der Nomenclatur zweckmässig allgemein eingeführt.

Die Beziehungen zwischen den Aminen, ihren salpetrigsauren Salzen, dem Nitrosaminen, Diazokörpern und Hydrazinen lassen sich dann in folgenden, einfachen, allgemeinen Ausdrücken zusammenfassen.

1) NH_3 (Amin) NH_3NO_2 (salpetrigs. Salz) $- H_2O = NH_2-NO$ (Nitrosamin) $- H_2O = N_2$ (Stickstoff.)

2) NH_2-NO (Nitrosamin) durch Umlagerung $= NH=N.OH$ (Diazoverbindung)

3) $NH_2-NO + 2H_2 = NH_2-NH_2 + H_2O$
$NH=N.OH$ (Diazoverbind.) $+ 2H_2 = NH_2-NH_2$ (Hydrazin) $+ H_2O$

setzten alkoholischen Lösung setzt man allmählig Eisessig unter gleichzeitiger guter Abkühlung des Gefässes zu, so dass die in Folge der Reaction eintretende Temperaturerhöhung 20—25° nicht übersteigt, die Reduction ist beendet, sobald eine filtrirte Probe der Flüssigkeit auf Zusatz von Salzsäure und Wasser nicht mehr getrübt wird. Die vom Zinkstaub abfiltrirte Lösung wurde zur Entfernung des Alkohols auf dem Wasserbade eingedampft, dann mit concentrirter Kalilauge unter Abkühlen übersättigt und die Hydrazinverbindung mit Aether extrahirt; beim Verdampfen des letzteren blieb ein farbloser Syrup, der alle Eigenschaften der zweifach substituirten Hydrazinbasen zeigte, alkalisch reagirte und Fehling'sche Lösung oder Platinchlorid in kalischer Lösung erst in der Wärme reducirte; im krystallisirten Zustande wurde die Verbindung bisher nicht erhalten, lieferte indessen mit Salzsäure und Platinchlorid gut charakterisirte Salze, welche zur Feststellung ihrer Formel dienten. Das Hydrochlorat scheidet sich theilweise schon beim Zusammenbringen der Base mit rauchender Salzsäure in sternförmig vereinigten Nadeln ab; zur Reindarstellung empfiehlt es sich jedoch mehr, die alkoholische Lösung der Base mit rauchender Salzsäure anzusäuern und das Salz durch Aether auszufüllen, welches so in Form von feinen, weissen Nadeln erhalten wird.

Die Analyse der im vacuum getrockneten Substanz führte zu der erwarteten Formel

$$\begin{array}{c} C_2H_5.\ N\text{-}NH_2.\ HCl \\ | \\ CO \\ | \\ C_2H_5,\ NH \end{array}$$

	Gefunden	Berechnet
C	36,05	35,82
H	8,38	8,36
N	25,21	25,08.

Das Salz ist in Wasser und Alkohol leicht löslich, weniger in concentrirter Salzsäure, beim Erhitzen zersetzt es sich.

Die Platindoppelverbindung erhält man in derselben Weise durch Zusatz von Aether zu einer mit überschüssigem $PtCl_4$ versetzten Lösung des Hydrochlorats in schönen gelben Nadeln von der Formel

$$(C_5H_{14}N_3OCl)_2 + PtCl_4$$

Gefunden	Berechnet
Pt 29,53	29,28.

Die freie Base, der Diaethylhydrazinharnstoff, bildet, wie erwähnt, einen farblosen Syrup, ist leicht löslich in Wasser, Alkohol und Aether, wird beim Kochen mit Wasser nicht verändert, zersetzt sich aber beim stärkeren Erhitzen fast ohne Verkohlung. Alkalien zerlegen ihn in der Wärme leicht analog dem gewöhnlichen Carbamid in Kohlensäure, Aethylamin und Aethylhydrazin, welches letztere jedoch theilweise bei der Reaction selbst zerstört zu werden scheint.

Entschieden glatter lässt sich dieselbe Spaltung durch Erhitzen mit concentrirter Salzsäure bewerkstelligen, welche Methode zugleich eine bequeme Trennung der Hydrazinbase von dem gleichzeitig gebildeten Aethylamin gestattet.

Zu diesem Zwecke wurde 1 Theil Harnstoff mit dem 3—4fachen Volumen Salzsäure (v. 1,19 sp. G.) einige Stunden im zugeschmolzenem Rohre auf dem Wasserbade erhitzt; die Röhre zeigte beim Oeffnen starken Druck; das entweichende Gas bestand aus Kohlensäure; beim Erkalten erstarrte die Flüssigkeit zu einem Brei von feinen, weissen Nadeln des in Salzsäure schwer löslichen, salzsauren Aethylhydrazins; durch Abfiltriren und Auswaschen mit rauchender HCl gelang es leicht, alles Aethylamin zu entfernen; das rückständige Salz wurde im vacuum getrocknet und hat dann die Zusammensetzung $C_2H_5 . N_2H_3 (HCl)_2$.

Gefunden		Berechnet.
C	18,24	18,05
H	7,61	7,52
Cl	53,28	53,38
N	21,09	21,05

Es bildet sich nach der Gleichung

$$\begin{array}{l} C_2H_5N-NH_2 \\ \quad | \\ \quad CO \qquad + H_2O + 3HCl = \\ \quad | \qquad CO_2 + C_2H_5NH_2.HCl + C_2H5.NH-NH_2(HCl)_2 \\ C_2H_5NH \end{array}$$

Das Aethylhydrazin trägt demnach den Charakter einer zweisäurigen Base; die Bindung des zweiten Moleküls HCl ist jedoch eine ziemlich lockere; schon beim Erhitzen auf dem Wasserbade entweicht ein Theil derselben und es bleibt ein Salz als Syrup zurück, welches durch geringe Krystallisationsfähigkeit, Zerfliesslicheit u. s. w. sehr an die durch gleiche unerquicklichen Eigenschaften ausgezeichneten Hydrochlorate des Dimethyl- und Diaethylhydrazins erinnert und wahrscheinlich als das neutrale Salz anzusprechen ist.

Die frei Base wurde bei dem geringen mir zu Gebote stehenden Material bisher noch nicht im freien Zustande gewonnen; hinsichtlich ihrer Eigenschaften kann ich einstweilen nur erwähnen, dass sie unzersetzt flüchtig ist, sich in Wasser und Alkohol löst, stark ammoniakalisch riecht und in ihren typischen Reactionen vollständige Analogie mit dem Phenylhydrazin zeigt.

Für das weitere Studium der Hydrazinverbindungen tritt augenblicklich natürlich die Frage in den Vordergrund, ob es in ähnlicher Weise gelingen wird, zu dem einfachsten Repräsentanten dieser Körperklasse, dem freien Hydrazin, $NH_2 - NH_2$ zu gelangen Es liegt die Möglichkeit vor, dieses Ziel zu erreichen, wenn die Hydrazinbildung auch

noch bei solchen Imiden eintritt, bei welchen 2 H-atome durch Radicale festgelegt sind, die nach Einführung einer Nitrosogruppe und Reduction derselben wieder eliminirt resp. durch Wasserstoff vertreten werden können.

Es sind zu diesem Zwecke bereits die betreffenden Versuche mit Acediamin und ähnlichen Imiden, welche jene Bedingungen erfüllen, in Angriff genommen, über deren Resultat späterhin berichtet werden soll.

Sitzung vom 5. Februar 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Ludwig **Seidel** hält einen Vortrag:

„Ueber die Probabilitäten solcher Ereignisse, welche nur selten vorkommen, obgleich sie unbeschränkt oft möglich sind."

Das folgende Problem ist in der Theorie der Wahrscheinlichkeiten sehr vielfacher Einzel-Anwendungen fähig: *Ein Ereigniss A kann in einer unbeschränkt grossen, oder doch in einer sehr grossen und nicht näher bekannten Anzahl von Einzelfällen, die von einander unabhängig sind, und alle als gleich möglich gelten, möglicherweise zur Verwirklichung kommen; es bestehen aber dafür, dass es gar nicht, oder im Ganzen gerade Einmal, gerade zweimal, etc. realisirt wird, endliche und nicht der Einheit ganz nahe kommende Wahrscheinlichkeiten* $y_0, y_1, y_2, \ldots$ *Eine dieser Grössen ist gegeben; wie bestimmen sich hiernach die übrigen?*

So zum Beispiel ist die Anzahl der Kometen, deren Helligkeit ein beliebig angenommenes Minimum überschreitet, und die in Einem Jahre zur Erscheinung kommen können, unseres Wissens durch nichts endlich begrenzt; die Probabilitäten für ganz mässige Zahlen solcher Erscheinungen in

Einem Jahre sind aber beträchtlich gross. Man kann die Frage aufwerfen: gesetzt man kennt die Wahrscheinlichkeit, dass *wenigstens* Einmal im vorgeschriebenen Zeitraum ein solches nicht voraus berechnetes Ereigniss sich begibt, wie stellen sich die Erwartungen dafür, dass es *nur* Einmal, oder dass es zweimal etc. geschehen wird. Oder umgekehrt: man kennt die Wahrscheinlichkeit, dass der Fall sich gerade Einmal ergeben wird, und fragt nach derjenigen, dass es zweimal etc., sowie nach der, dass es gar nicht stattfinden wird. Bei einer grossen Anzahl anderer Natur-Phänomene, die sehr oft hervortreten könnten, aber doch einen gewissen Grad von Seltenheit haben, findet die gleiche Betrachtung ihre Anwendung. Aehnlich könnte man denken, dass in einer Gegend, wo sehr viele Menschen wohnen und also möglicherweise auf einem bestimmten Wege angetroffen werden könnten, die Wahrscheinlichkeiten, innerhalb einer gewissen Zeit (z. B. bei Nacht) gar keinem, oder nur Einem, nur zweien etc. dort zu begegnen, beträchtlich gross sind und zu analogen Fragen wie zuvor Veranlassung geben; oder auch, dass in einem Staate von sehr bedeutender Einwohnerzahl gewisse Vorkommnisse, z. B. besondere Delicte, innerhalb eines Jahres doch nur vereinzelt sich ereignen, und dass daher die Probabilität eines n-maligen Vorkommens fast allein für die paar ersten Werthe von n in Betracht kommt, und wieder zu solchen Fragen, wie oben gestellt wurden, Anlass gibt.

Die überaus vielseitige Anwendung, welche unsere Aufgabe finden kann, scheint die Mittheilung ihrer Lösung zu rechtfertigen, so einfach auch dieselbe auf demjenigen Wege sich ergibt, der im Nachstehenden eingeschlagen wird, und auf welchen man sich gewiesen sieht, sobald man diejenigen Anwendungen, bei welchen das Ereigniss unbeschränkt oft vorkommen kann, nicht für sich allein, sondern in Verbindung mit solchen betrachtet, bei welchen nothwendige aber sehr weite Schranken für die Häufigkeit von A existiren.

In der That bilden auch die Fälle dieser letzteren Kategorie, denen die beiden letzten der obigen Exemplificationen angehören, bereits eine Ausnahme von der allgemeinen Regel des Bernoulli'schen Satzes, weil nach dieser, wenn die ganze Anzahl der Fälle, in welchen A eintreten könnte, sehr gross wird, für jede einzelne bestimmte Zahl n die Wahrscheinlichkeit, es werde A gerade n mal sich ereignen, sich der Null nähert, und nur mehr *dafür* endliche Probabilitäten übrig bleiben, dass die wirkliche Anzahl der realisirten Fälle von A in solchen Schranken eingeschlossen sein wird, die zwar relativ gegen die Gesammtzahl der Möglichkeiten eng, absolut genommen aber sehr weit gesteckt sind, — deren Differenz nämlich die Quadratwurzel aus der Anzahl der Möglichkeiten zum Factor hat. Auch passt das Gesetz der grossen Zahlen seiner mathematischen Begründung nach nicht auf Fälle, in welchen schliesslich nur zu Gunsten ganz mässiger Zahlen, vielleicht einiger wenigen der allerersten in der natürlichen Scala, Probabilitäten bestehen bleiben. Die zuerst gedachten Beispiele aber, in welchen trotz der unbegrenzten Anzahl von Möglichkeiten das Endergebniss noch derselben Art ist, lassen sich ohnedies nicht direct den Prämissen jenes Satzes unterordnen. Wohl aber kann die Lösung der gestellten Fragen auch für diesen Grenzfall auf dieselben Grundlagen basirt werden, auf welchen der Bernoulli'sche Satz ruht.

Denkt man sich zunächst eine endliche Anzahl N von einander unabhängiger Processe, von welchen jeder für sich Einmal mit der Probabilität $p = 1 - q$ das Ereigniss A herbeiführen kann, so wird bekanntlich die Wahrscheinlichkeit, dass A im Ganzen gerade n mal verwirklicht wird, sein

$$z_n = \frac{N(N-1)(N-2)\cdots(N-n+1)}{1.\ \ 2.\ \ \ 3.\ \cdots\ \ \ n}\, p^n\, q^{N-n}$$

wobei

$$z_0 = q^N$$

Hält man endliche Werthe von p und q fest, und lässt N fortwährend wachsen, so nähert sich z_n der Null; für denjenigen Werth von n, welcher z_n möglichst gross macht, und für die ihm benachbarten gestaltet sich dann z_n bekanntlich zum Elemente eines Integrales, welches die Probabilität repräsentirt, dass die Häufigkeit des Vorkommens von A innerhalb bestimmter Grenzen fällt, deren Abstand von dem erwähnten ausgezeichneten Werthe von n man eine der $\sqrt{N}$ proportionale Ausdehnung geben muss, wenn bei beständig wachsendem N das Integral einen endlichen und von Eins verschiedenen Werth behalten soll. Dies ist die Regel des Bernoulli'schen Satzes.

Sollen dagegen, während N wächst, die Grössen z_0, z_1, $z_2, \ldots$ sich endlichen Grenzen $y_0, y_1, y_2, \ldots$ nähern, so muss man sich offenbar denken, dass p eine kleine Grösse der Ordnung N^{-1} ist; denn nur so wird

$$\log z_0 = -N(p + \tfrac{1}{2} p^2 + \ldots)$$

endlich bleiben, ohne zu verschwinden. Setzt man demnach

$$p = \frac{\lambda}{N} \quad , \quad q = 1 - \frac{\lambda}{N}$$

wobei λ irgend eine feste positive Grösse vorstellt, deren Zahlenwerth je nach der besondern Natur des Falles der Anwendung verschieden sein wird, und geht man darauf von den z zu ihren Grenzen y für unendliche N über, so erhält man:

$$\left\{\begin{array}{ll} y_0 = e^{-\lambda} & \text{und allgemein} \\ y_n = \dfrac{1}{1.2.3..n}\, e^{-\lambda} \lambda^n & \end{array}\right.$$

in welchen Gleichungen die Lösung der Anfangs gestellten Aufgabe enthalten ist. Sie bietet, wie man sieht, die Eigenthümlichkeit dar, dass der Zusammenhang zwischen der Wahr-

scheinlichkeit, das Ereigniss A werde in irgend einer bestimmten Anzahl von Fällen eintreten, und der analogen für eine andere Anzahl ein **transscendenter** ist, während man dagegen, wenn erst **zwei** der Grössen y berechnet sind, alle übrigen **algebraisch** ableiten kann.

Je nachdem λ zwischen 0 und 1, oder zwischen 1 und 2, 2 und 3, etc. liegt, wird offenbar unter den verschiedenen Grössen y entweder y_0, oder y_1, y_2, ... die grösste sein, so dass nach der Besonderheit des Falles diese Eigenschaft auf jeden beliebigen Index treffen kann.

Wenn man sich vorstellt, dass y_n die Wahrscheinlichkeit sei, dass innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes oder Gebietes das Ereigniss A n mal zu Stande kommt, so lässt sich aus den Grössen y_0, y_1, y_2, ... y_n offenbar auch die Wahrscheinlichkeit zusammensetzen, dass in dem doppelten dann in dem dreifachen etc. Abschnitt oder Gebiet dasselbe n mal sich begibt. Diese Wahrscheinlichkeit muss der Natur der Sache nach selbst wieder ein Ausdruck von der Form der Grösse y_n sein, nur mit verändertem Werthe der Constanten λ. Wenn man diese Betrachtung, die eine Verification der gefundenen Resultate enthält, durchführt, so findet man in der That, dass an die Stelle von λ lediglich die Grössen 2λ, 3λ, ... treten, wenn die Gelegenheit zum Hervortreten des Ereignisses A durch Verdoppelung, Verdreifachung etc. des Zeitraumes oder des Gebietes, für welches y_n gilt, vervielfältigt wird. Auch stimmt dies Ergebniss mit der ursprünglichen Bedeutung von $\lambda = Np$ durchaus überein; denn wenn die Zeit verdoppelt wird, innerhalb deren A (welches in jedem Augenblicke gleich leicht sich begibt) hervortreten soll, so wird für jeden einzelnen Process, der A herbeiführen kann, die Wahrscheinlichkeit p, dass er diese Wirkung hat, sich verdoppeln*); eine Vergrösserung des Gebietes dagegen, auf

*) Streng genommen würde sie $1 - (1 - p)^2$; in unserer Anwendung fällt aber die zweite Ordnung von p ausser Betracht.

welchem in Anwendungen anderer Art überall gleich leicht A realisirt wird, vergrössert den Werth von N. In beiden Fällen wächst also λ naturgemäss im gleichen Verhältnisse.

Die Constante λ selbst lässt sich definiren als der Mittelwerth, wie er im grossen Durchschnitt aus vielen beobachteten Werthen von n zu erwarten ist. Denn wenn man jedes n multiplicirt mit der Wahrscheinlichkeit y_n, dass es in einem einzelnen Falle statt finden wird, und alle diese Producte addirt, so erhält man λ; — wiederum ganz übereinstimmend mit dem Ergebniss einer Betrachtung, welche sich auf die ursprüngliche Einführung von $\lambda = pN$ stützt. — Man kann sonach auch solche Fragen beantworten, wie: wenn ein Ereigniss im grossen Durchschnitt 7mal im Jahre eintritt, während es unendlich oft eintreten konnte, wie gross ist die Wahrscheinlichkeit, dass es in einem vorausbezeichneten Jahre gar nicht eintreten wird — im Beispiel ist dieselbe $= e^{-7}$ oder nicht ganz $\frac{1}{1000}$ — oder, wie die umgekehrte Frage: wie oft per annum wird im Durchschnitt ein Ereigniss A zu erwarten sein, für dessen Häufigkeit keine Schranken gesteckt sind, und bei welchem die Probabilität, es werde in einem Jahre nicht völlig ausbleiben, gleich ist 0,999? —

Als ein vielleicht von der Erwartung, zu der man geneigt sein möchte, etwas abweichendes Ergebniss der mathematischen Analyse mag hier erwähnt werden, dass, wenn, wie in dem eben angenommenen Beispiel, die Durchschnittszahl λ eine ganze Zahl r ist, es um nichts wahrscheinlicher ist, dass A gerade r mal, als dass es nur $r-1$ mal eintritt, und dass sogar die letztere Probabilität die erstere ein wenig übertrifft, sobald λ ein wenig kleiner als r genommen wird. Gesetzt z. B., dass im Durchschnitt vieler Jahre 6,9 Kometen-Erscheinungen auf ein Jahr träfen, so wäre der Fall, wo nur 6 beobachtet werden, etwas häufiger zu erwarten,

als der von 7, indem hier y_6 im Verhältniss von 7 : 6,9 grösser ist als y_7. Eine naheliegende Ueberlegung benimmt übrigens diesem Rechnungs-Resultate das Paradoxe, was es auf den ersten Blick haben kann. Denn da unterhalb der plausibelsten ganzen Zahl (im Beispiel der Zahl 6) nur einige wenige ihr nahe, oberhalb aber unendlich viele liegen, so ist es sehr begreiflich, dass aus dem grossen Durchschnitt eine grössere Zahl, als jene im einzelnen Fall plausibelste hervorgehen wird.

Herr C. W. Gümbel giebt:

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen".

III.

Aus der Umgegend von Trient.

Ein mehrfach wiederholter Besuch der Gegend von Botzen, Trient und des Fassathals hat mir Gelegenheit verschafft, die früheren geognostischen Mittheilungen [1]) über Südtirol vielfach zu vervollständigen und zu erweitern. Obwohl diese meine Beobachtungen, die ich nur bei gelegentlichen Ausflügen anstellte, zu einem erschöpfenden Bilde der geognostisch so höchst interessanten Landschaft auch nicht entfernt zureichend sind, so glaube ich doch, dass sie einige nützliche Beiträge zu einer später nachfolgenden, umfassenden Untersuchung liefern können, wesshalb ich sie, soweit dieselben ein allgemeineres Interesse haben, hier mittheile.

Seit meiner ersten Publikation über das Mendel- und Schlerngebirge ist durch die umfassenden Leistungen der Wiener Geologen innerhalb des bezeichneten und zunächst angrenzenden Gebiets, ferner durch die fortgesetzten Forschungen von v. Klipstein, Prof. Fuchs, Pichler, Dr. Loretz u. A. eine erstaunliche Menge neuer Thatsachen gesammelt und vielfach neue Gesichtspunkte gewonnen, zugleich auch manche theoretischen Fragen eingehender erörtert worden, wie z. B. jene über die Bildung der Südtiroler Dolomite, dass es nicht

1) Geognost. Mittheil. a. d. Alpen I. Das Mendel- und Schlerngebirge im Sitzungsb. d. Acad. d. Wiss. math.-phys. Cl. 1873. I. S. 14.

unpassend sein dürfte, vorerst einen Rückblick auf das Botzener Gebiet zu werfen.

Ich war in meiner erwähnten ersten Skizze zu zeigen bemüht, dass der Porphyr von Botzen als eine ältere Eruptivbildung vor der Triaszeit angesehen werden müsse und dass derselbe nur mit solchen Schichtgesteinen in engster Beziehung stehe, welche durch ihre Zusammensetzung aus grauen Sandstein- und Schieferlagen, mit freilich undeutlichen kohligen Pflanzenresten und durch stark verworfene conglomerat- und breccienartige Bänke am lebhaftesten ausseralpinen carbonischen und postcarbonischen Ablagerungen der paläolithischen Periode gleichen, während der röthliche sog. Grödener Sandstein, der den Porphyr an so vielen Orten direct überdeckt, ohne von demselben durchbrochen zu werden, mithin als eine jüngere Bildung am passendsten dem Buntsandstein ausserhalb der Alpen nach der Zeit der Ablagerung gleich zu stellen sein dürfte, die Trias einleitet.

Ich habe weiter über diesem Schichtensystem eine versteinerungsreiche, gelbverwitternde Dolomitlage für die Parallelbildung des ausseralpinen Grenzdolomits erklärt und auf die grosse geognostische Bedeutung einer über einen sehr weiten Strich des Gebirgs verbreiteten schwarzen Dolomit, welcher erfüllt ist von Foraminiferen, Pflanzen und Fischresten, hingewiesen. Auf diesen schwarzen Foraminiferen Dolomit ist in neuester Zeit die Aufmerksamkeit ganz besonders gelenkt worden.

Es hat nämlich zuerst Bergrath Dr. Stache[2]) eine Beobachtung bekannt gemacht, die geeignet erscheint, ernste Bedenken gegen die obige Auffassung zu erwecken. Nach Funden der Wiener Geologen namentlich von Dr.

---

1) Sitz.-Ber. d. k. geol. Reichs., 1874 N. 15 S. 366.

Hörnes bezeichnet er *Productus, Bellerophon, Orthis* und *Spirifer* als Einschlüsse in unzweifelhaft denselben Kalk- und Dolomitlagen, die ich früher als besonders beachtenswerth hervorgehoben hatte und glaubt die Schichten „mit ziemlicher Sicherheit als oberpermisch" annehmen zu dürfen, wornach in dem sog. Grödener Sandstein sowohl Buntsandstein, als die obere Abtheilung der Permformation in einer sehr ähnlichen Sandfacies vertreten sei.

Diese höchst beachtenswerthe Ansicht, wornach wir in den Alpen wirklich einmal wahren Zechstein zu erwarten hätten, forderte mich zu wiederholten Untersuchungen in den Gebieten auf, in welchen ich diese Schichten bereits genau kennen gelernt hatte. Nach meinen früheren Beobachtungen läge dieser schwarze Foraminiferenkalk, besser wohl als Bellerophonkalk zu bezeichnen, stets über allen Schichten, die man als Grödener Sandstein ansprechen könnte. Wäre derselbe wirklich „oberpermisch", dann müsste ohne allen Zweifel das ganze Schichtensystem des Grödener Sandsteins ungetheilt dem Rothliegenden zu fallen. Bei diesen Fragen schien es mir nicht nur wichtig, die normale Lage dieses Bellerophonkalks durch wiederholte Untersuchungen festzustellen, sondern auch den Schichtenverband näher zu untersuchen, in welchem in der Umgegend von Waidbruck, Atzwang, Klausen u. s. w. der Grödener Sandstein und der Porphyr zu gewissen Conglomeratbildungen vom Aussehen des Rothliegenden stehen.

Conglomeratbildungen bei Botzen.

Schon um Botzen finden sich die Conglomerate und Breccien — wo sie an Porphyr grenzen, hauptsächlich aus Bruchstücken dieses Gesteins, wo sie auf Thonschiefer liegen, aus den härteren Lagen und Gesteinsmassen dieser Schichten, besonders aus Quarz zusammengesetzt — bei näherer Untersuchung häufig an den steilen Porphyrgehängen, oft nur wie ange-

klebt, oft aber auch tief in den Porphyr eingeklemmt. Man muss das Auge erst an die eigenthümliche Rundung der an den oft unzugänglichen Gehängen vorstehenden Felsen und an die Streifen gewöhnen, welche die Schichtung der dicken Conglomeratbänke kennzeichnen, um sich von dem häufigen Vorkommen dieser noch wenig beachteten Bildung im Porphyrgebiete von Botzen zu überzeugen.

Wo neue Strassen hier angelegt werden, sieht man solche Conglomerate durchbrochen und oft bis in die Thalsohle herabreichen. Ausgezeichnet und leicht zu studieren stehen die Bänke an dem Weg von Botzen nach Jenesien unterhalb der Kirche St. Georgen zwischen Porphyrmassen eingezwängt an. Reichliche Quellen verrathen hier die Gesteinscheide gegen Porphyr und an einem kleinen Wasserfall im Thälchen oberhalb der Mühlen treten auch die thonig sandigen Zwischenschichten mit undeutlichen Pflanzenresten genau so zu Tag, wie ich solche zuerst aus dem Naifthale bei Meran beschrieben habe. Bei den im Conglomerate eingebetteten Porphyrstücken zeigt sich häufig eine eigenthümliche Umbildung der Orthoklaskrystalle. Sie sind, wie auch in manchen Porphyren selbst, zum Theil in eine Pinitoid-Substanz umgewandelt, zum Theil auch ausgewittert und von Kalkspathäderchen durchzogen. Solche Orthoklase brausen lebhaft mit Säuren und gewinnen ein ganz fremdartiges Aussehen. Ich stelle hier die Analyse[3]) eines solchen von Kalkspath durchzogenen Orthoklases aus dem Talferthal ungefähr Birchboden (I) gegenüber und eines normalen, fleischrothen Orthoklases aus dem nächstbenachbarten dunkelrothen Porphyr (II) des Talferthales unfern Botzen zusammen:

---

3) Ausgeführt von Ass. Schwager.

	I	II
Kieselsäure	44,99	65,77
Thonerde	13,55	17,71
Eisenoxyd	1,52	0,63
Kohlens. Kalkerde	29,20	—
Kalkerde	—	0,26
Bittererde	0,25	0,13
Natron	1,24	2,88
Kali	7,70	12,54
Glühverlust	2,15	0,53
	100,60	100,45

Es ist merkwürdig, dass eine so schwerlösliche Substanz wie der Orthoklas ist, einem leichtlöslichen — dem Kalkspathe — Platz machen muss; denn schliesslich würde eine Kalkspathpseudomorphose nach Orthoklas auf diese Weise entstehen.

Zwischen Atzwang und Klausen lehnt sich der Porphyr an ein System von Thonschiefer an, der seiner petrographischen Beschaffenheit nach von einem ächten Phyllit kaum zu unterscheiden ist. In diesen Thonschiefer sieht man sehr häufig linsenförmige, seltener gangartige Ausscheidungen von Quarz, mit welchem zugleich krystallinischer und krystallisirter Orthoklas, Glimmer- und Chloritblättchen verwachsen sind, genau so wie in vielen Gegenden der Nordalpen. Gegen Klausen aufwärts fasst dieser Thonschiefer eine Zone glimmerigen Quarzitschiefers in sich und wechsellagert mit hornblendehaltigen Lagen vom Typus des Diorites. Ein sehr interessantes Gestein ist bei Klausen sehr verbreitet und wird zu vielen technischen Zwecken, verwendet, z. B. als Strassenmaterial, für Abweisstein, Trockenmauern u. dergl. Es besteht aus weissem Plagioklas und büschelförmig fasriger Hornblende, denen sich eine opake, dichte weisse Substanz, sehr feine, im Ganzen spär-

liche Magneteisentheilchen und hier und da gelbliche zirkonartige Mineralien beigesellen. Die sehr reichlich vorhandene Hornblende bildet keine scharf begrenzte grössere Krystalle, sondern grosse Putzen und Büschel von äusserst feinen, nach Aussen oft garbenartig auseinander laufenden Nädelchen. Der weisse halbdurchsichtige Plagioklas lässt auf den glänzenden Spaltungsflächen die feinen Linien der Zwillingsverwachsung sehr deutlich erkennen und zeigt in Dünnschliffen i. p. L. bunte Farbenstreifchen. Eine Analyse (Ad. Schwager) mit sorgfältig gesondertem Material gab für denselben folgende Zusammensetzung:

Kieselsäure	65,35
Thonerde	20,87
Eisenoxyd	1,03
Kalkerde	0,58
Bittererde	0,12
Natron	10,92
Kali	0,39
Glühverlust	0,60
	99,86

Diese weist auf einen Oligoklas von der Zusammensetzung des Minerals von Bannle in Norwegen und Haddam hin. Man könnte das Gestein mithin Aktinolithdiorit nennen.

Auf beiden Gehängen des Eisackthales zwischen Atzwang und Klausen legen sich wohlgeschichtete, dickbankige, hellgraue, breccienartige Conglomerate aus fast nicht abgerollten Stücken des Thonschiefergebirgs, besonders aus Quarz zusammengesetzt auf den Thonschiefer in sehr ungleichem Niveau an. Man bemerkt in denselben ziemlich häufig Spuren von Malachit, im Uebrigen tragen sie in Farbe und Ausbildung ganz den Charakter der ausseralpinen Rothliegenden an sich. Trotz ihrer durchschnittlich horizon-

talen Lagerung konnte ich hier ebenso wenig, wie im Grödener Thale einen unmittelbaren Anschluss an den Grödener Sandstein beobachten. Beide nehmen getrennte, besondere Verbreitungsgebiete in dieser Gegend ein. Einzelne geneigte Bänke des Conglomerats oberhalb Atzelwang sind offenbar nur verrutscht und herabgebrochen. Weitere Aufschlüsse konnte ich hier keine erlangen.

Was die Stellung der Bellerophon-Schichten anbelangt, so habe ich dieselbe auf den langen Strich zwischen Pusterthal und der Pufler Schlucht wiederholt zu bestimmen gesucht. Ueberall nehmen diese Schichten ihre Stellung über dem Grödener Sandstein, zwischen diesem und den Seisser Schichten ein, wie auch Dr. Loretz und Dr. Hörnes gefunden haben. Diese meist intensiv schwarzen Kalke und Dolomite reichen von NO. her bekanntlich nur bis zum NO. Fuss des Schlerngebirgs und werden weiter gegen W. und S. schon vom Westfusse des Schlern an und bei Neumarkt durch gelbe Dolomite ersetzt. Es schien nicht ohne Interessen die bei Tiers aufgeschlossenen Profile, die man schon aus der Gegend von Botzen aus als grell rothe Streifen unter den weissen Dolomitwänden hinziehen sieht, einer näherer Besichtigung zu unterziehen.

Vom Eisackthale bis gegen Tiers steht ununterbrochen Porphyr an. Die Grenze gegen die sedimentären Schichten ist im Hauptthale überrollt und bis über das Dorf aufwärts herrscht grossartige Schuttüberdeckung. In Dorfe selbst legt ein Seitengraben oberhalb der steinernen Brücke zuerst ein mächtiges Schichtensystem bloss. Es sind oben mächtige Bänke buntgefärbten Sandsteins mit grauen thonigen und gelben dolomitischen Zwischenlagen. Erstere enthalten nicht selten Pflanzenreste, aber in unbestimmbaren Fragmenten, letztere einzelne Muscheleinschlüsse. Erst oberhalb der einsamen St. Sebastianskapelle begegnen wir zusammenhängenderen Profilen. Man kann hier bequem Schicht auf Schicht über die

mächtigen intensiv rothen Lettenschiefer und grauen Mergelkalkbänke voll von *Naticella costata* (Campiler Schichten) bis zur Steilwand aufsteigen. Unmittelbar über der obersten Lage brennend rothen Lettenschiefers folgt hier eine schwache Schicht grauen Schiefers mit Spuren von Pflanzenresten und dann fast senkrecht ansteigend der graue klotzig knolligbrechende dolomitische Kalk, der nach Oben allmählig in weissen Dolomit übergeht. In Folge eines Eisengehaltes sind diese tieferen Lagen immer etwas rostfleckig und gelblich gefärbt. Die von dieser Steilwand stammende Schutthalde enthält aber auch sehr zahlreiche Stücke eines starkkieselhaltigen und hornsteinführenden Kalkes, der an der Steilwand nicht zugänglich, nicht sehr hoch (etwa 10 m) über dem Fuss derselben zu liegen scheint. Die Hornsteine weisen zahlreiche Versteinerungen auf, sie sind aber meist so stark überrindet, dass man die einzelnen Formen schwer erkennen kann. Nur *Terebratula angusta* erscheint sicher bestimmbar. Der Dolomit reicht dann höher bis zum Tschaffon- und Mittagkogel, so dass auch hier, wie am S. und SW.-Fuss des Schlern, eine auffällige Scheidung der Schichtenglieder vom oberen Muschelkalk bis zu dem Schlerndolomit, diesen mit eingeschlossen, nicht vorliegt.

Verfolgt man von der St. Sebastianskapelle den Steig gegen Prösls zu, so gelangt man zu einem Kapellchen in der nächsten Nähe des Bauernhauses „Weissenecker" an den Rand ungewöhnlich tief eingeschnittener Gräben, der sog. Rietz- (Riess?) Gräben, die nach oben in der von Botzen aus sichtbaren rothen Wand auslaufen. Man kann an dem Grabenrande ganz leicht bis zu dieser rothen Wand aufsteigen, welche dieselbe brennendrothen Lettenschiefer bilden, wie jene soeben an der St. Sebastianskapelle geschilderten, obersten Campiler Schichten. Sie machen auch hier den durch stete Abrutschungen bloss liegenden Untergrund der kalkigen Steilwand aus. Von dem Kapellchen führt ein ganz bequemer

Fussweg durch die Gräben an den grauen Seisserschichten vorüber, die an Versteinerungen hier strotzen, zugleich aber auch Gyps beherbergen. Am Nordrande der Gräben abwärts steigend gelangt man bald an die Porphyrgrenze und indem man einen in dieser Höhe in die Gräben hineinführenden Holzweg verfolgt, gelangt man im Hauptgraben an eine prächtig aufgeschlossene Grenzstelle zwischen Porphyr und darauflagerndem Sandstein. Die Klarheit des Profils lässt nichts zu wünschen übrig. Nach unten zu steht der hellgrüngraue Porphyr in mächtigen Massen an und auf ihm liegt ohne alle Zwischenbildung eines Conglomerats intensiv rother Letten in Wechsellagerung mit an Porphyrgrus reichem Sandstein etwa $^3/_4$ M. mächtig. Hier finden wir gleich in den allertiefsten Lagen zahlreiche Gypsknollen und Ausblühungen von Kochsalz, wodurch gegenüber dem Vorkommen von Gyps in den Seisser Schichten weiter oben in denselben Gräben das Vorkommen des Gypses auf zwei weit getrennten Horizonten auch hier sicher nachgewiesen ist.

Zahlreiche Bänke von grobkörnigem, meist roth, oft buntfarbig gestreiftem feinkörnigem Sandstein und röthlichem oder grauem Lettenschiefer machen die Zwischenschichten bis zu den grauen Mergelkalken der Seisser Schichten aus, ohne dass sich auch hier eine Lage schwarzer Bellerophonkalke entdecken lässt. Ihr Stellvertreter ist ein gelblicher, oft poröser Dolomit.

Diese Facies der Triasschichten herrscht ohne namhafte Aenderung südwärts über Neumarkt hinaus selbst bis ins Fleimser- und Fassathal, wie die schönen Aufschlüsse zwischen den Marmorbrüchen an Canzocoli und dem von Zannon nach Sforzella aufwärts ziehenden Thaleinschnitte nachweisen.

Es ist nicht zweifelhaft, dass die durch das Eruptivgestein von Canzocoli bewirkte ebenso grossartige, wie un-

verkennbare Contaktmetamorphose die ganze Reihe der Campiler Schichten bis hoch hinauf in die ihnen aufgelagerten Dolomite erfasst hat.

Denn die theils hornstein-, theils thonstein- oder porzellanjaspisartig veränderten Schiefer lassen in einzelnen Zwischenschichten noch deutlich die Natur der Gesteinslage erkennen, aus welcher sie entstanden sind. Diess ist namentlich in einer kleine *Crinoideen*-Stiele enthaltenden hornsteinartigen Schicht der Fall, welche ich in dem Aufschlusse oberhalb Zannon in ihrer ursprünglichen nicht veränderten Beschaffenheit wieder erkannt zu haben glaube. Doch ist diese Identität immer nicht sicher genug, um mittelst der chemischen Analyse direct Schlüsse über die Art der erfolgten Umänderungen ziehen zu können. Indess glaube ich, dass es nicht schwer hält, bei einem längeren Aufenthalte von der tiefen Schlucht zwischen den Marmorbrüchen an Canzocoli und dem Waldsaume, in welcher die veränderten Schichten sehr gut entblösst anstehen, durch ein Verfolgen der einzelnen Lagen am Gehänge bis gegen den Einriss, durch den der Steig von Zannon auf das Gebirge gegen Sforzella aufwärts führt, die einzelnen Schichten in veränderter und unveränderter Beschaffenheit zu identificiren und dann die Art der erlittenen Umänderung genau nachzuweisen, eine gewiss dankbare Arbeit. Die zu dem blendendweissen sog. Marmor umgewandelten Gesteine gehören zweifelsohne der Dolomitregion unmittelbar, über den Campiler-Schichten an.

Aus dem schönen Profil an dem oben genannten Steig bei Zannon möchte ich noch einige Einzelheiten mittheilen, da dasselbe den Uebergang aus der westlichen Schlernfacies in die östliche anzudeuten scheint. Ich beobachtete daselbst über den brennendrothen Campiler-Schichten unmittelbar lagernd, folgende Schichtenreihe in abwärts gehender Ordnung:

1) zu oberst bis gegen Sforzella: weissen geschichteten Schlerndolomit,
2) darunter tuffige, z. Th. rauhwackenartige, z. Th. bröckliche, kurzklüftige Dolomite mit einzelnen *Gyroporellen* . . . . 50 m
3) schwarze dünnplattige Kalke mit Zwischenlagen von schwarzem festem kalkigem Schiefer, ähnlich den Habolienschichten, in der mittleren Lage knollig, unten dolomitisch, zuweilen porös 10 m
4) weissliche Dolomite nach unten übergehend in dunkle Dolomite mit einzelnen Hornsteinausscheidungen . . . . 30 m
5) Wellenkalk-ähnliche klotzige, dünnschichtige mergelige Kalke mit einzelnen Crinoideen-Stielen (? *Dadocrinus)* . . . . 10 m
6) hellgrünlich graue, weisse, z. Th. sandige Mergel mit Pflanzenspuren . . . . 1½ m
7) Campiler Schichten.

Es folgen dann tiefer die zahlreichen Glieder der Campiler und Seisser Schichten, bis gegen Panchia der Grödener Sandstein sich stellenweis aus dem mächtigen Gehängeschutt heraushebt, welcher auch hier mittelst gelber Dolomite anstatt der schwarzen Bellerophon-Schichten an die Seisser Schichten sich anschliesst.

Umgegend von Trient.

Jenseits des Porphyrstocks südwärts gegen Trient zu findet man die ersten schönen Entblössungen bei dem Dorfe Le Villé am N.-Gehänge des Avisothals unfern Lavis. Hier beginnt jene Entwicklungsart der unteren Triasschichten, die sich nun über die ganze Gegend von Trient verbreitet zeigt. Sie ist charakterisirt durch die Häufigkeit des Vorkommens kohliger Lagen im Grödener Sandstein, durch den Reichthum an Schwerspath, Blei- und Kupfer-

erzen in dem gelben Dolomit, welchen die Tyroler Karte desshalb als „unteren Alpenkalk" angegeben zu haben scheint, und über dem Trias durch die Ausbildung der jüngeren Schichtenglieder nach dem Typus der Schichten bei Roveredo insbesondere durch das Auftreten der Lithiotiskalke.

Es giebt wohl in den Alpen wenige Stellen von gleichem Umfange, wie jene der Umgegend von Trient, welche eine grössere Mannigfaltigkeit den Gesteinsschichten in Verbindung mit höchst verwickelten und gestörten Lagerungsverhältnissen darbieten. Das Wenige, was ich zu beobachten hier Gelegenheit fand, und worüber ich in dem Nachfolgenden einen gedrängten Bericht erstatte, bezieht sich hauptsächlich auf die Fragen über die Zugehörigkeit des Grödener Sandsteins zur Trias oder Dyas, über das Vorkommen der Bellerophonschichten, über die Andeutungen der Crinoïdeenlage im alpinen Muschelkalk und über das Niveau der erzführenden Dolomite.

Die ältesten Ablagerungen über dem Porphyr und Thonschiefer.

Die Gegend von Trient weist an zahlreichen Stellen eine ganz eigenthümliche Bildung über dem Porphyr und Thonschiefer auf, die man als tuffiges Conglomerat bezeichnen kann. Schon die alte Tyroler montanistische Karte giebt dieselbe in einem breiten Streifen an der Strasse von Trient nach Val Sorda bis gegen Pantè an.

Leider hindern die Weinbergsmauern, die der geologischen Forschung namentlich im Herbste unübersteigbare Schranken setzen, das genauere Verfolgen des Zusammenhangs dieser höchst merkwürdigen Bildung mit den zunächst auflagernden Schichten. Gleich am Ansteig der genannten Strasse aus der Thalsohle gegen Villazzano steht das deutlich geschichtete porphyrtuffartige Conglomerat mit zahl-

reich eingebetteten bald mehr, bald weniger abgerundeten Porphyrstücken mächtig an. Schichtweise ist es gröber und feiner ausgebildet und wechselnd dunkelgrau und licht grünlich gefärbt. Es hat das Aussehen, als entstamme die Hauptbindemasse den Melaphyreruptionen, bei welchen der Porphyr durchbrochen und Fragmente desselben mit fortgerissen wurden. Das direct auflagernde Gestein ist hier an der Strasse nicht zu sehen. Die nächsten bei Hausnummer 249 anstehenden Schichten bestehen aus gelbem rauhwackeartig porösem Dolomit nach Art der Lagen über dem Grödener Sandstein.

Es geht dem entsprechend weiter aufwärts bei Hausnummer 253 und 254 auch der graue Mergel der Seisser-Schichten zu Tag aus. Vollständiger ist der Aufschluss oberhalb Panté südwärts vom Wege nach Pergine am Westgehänge des Mt. Chegul in der Nähe der höchst gelegenen Weinberganlagen. Hier zeigt sich neben einem Fahrweg erst eine Mandelstein- und Tuffbildung bedeckt von demselben, oben erwähnten Gebilde an der Strasse nach Val Sorda, wohlgeschichtet und schwach nach SW. geneigt. Dasselbe geht nach Oben in ein graues Conglomerat über, welches in gleichförmiger Lagerung bedeckt wird von grauen, dünngeschichteten, dolomitischsandigen Lagen mit unbestimmbaren Pflanzenresten und kugeligen Ausscheidungen, denen, wie Dünnschliffe lehren, nichts Organisches zu Grunde liegt. Thonsteinartige Schichten voll von schwarzen Hornsteinausscheidungen und gelbverwitternde Dolomiten folgen weiter im Hangenden. Der ganze Schichtencomplex mag gegen 30 m mächtig sein. Eine Aehnlichkeit mit den grauen Schichten von Ums [4]) ist unverkennbar. Erst darüber beginnt die Reihe röthlicher und gelblicher Sandsteinschichten mit Gypseinlagerungen bis zu einer hohen Felswand weissen

4) S. I. Mittheilung. Sitz. d. Ak. d. Wiss. math.phys. Cl. 1873. I. S. 23.

Dolomits, dessen geologische Stellung später ausführlich erörtert werden wird. Ueber sie emporsteigend finden wir dann die weiteren Schichten der Seisser und Campiler Reihe, hier mit einer zweiten oberen Gypseinlagerung in letzterer und einer Decke wellenkalkähnlich wulstigwellig dünnschichtiger Mergelkalke, über welchen bereits der aus blendend weissem Dolomit bestehende mächtige Schutt am Gehänge des Mt. Chegul beginnt.

Genau S. von Panté und direct O. von Salé finden wir in einem tiefen Graben einen zweiten ähnlichen Autschluss. Wo der Weg durch diesen Graben zieht, steht an einem einzelnen Haus grobes tuffiges Conglomerat von Porphyr- und Quarzrollstücken an. Darüber legen sich in dem tiefen Wassergraben und hoch am östlichen Gehänge ansteigend blaurothe, wohlgeschichtete Tuffe und grün getüpfelte, buntstreifige, aus Porphyrgrus bestehende Sandsteine an, welche wiederum von 3 M. mächtigem rothem lettigem Schiefer und 2 M. mächtigem graulichem Sandstein nach Art des oben erwähnten hornsteinführenden überdeckt sind. Ohne jede auffallende Gesteinsscheide folgen darüber in gleichförmiger Lagerung, die rothen und buntgefärbten Sandsteinschichten mit Pflanzenresten und Kohlenputzen, welche die Beschaffenheit des gewöhnlichen Grödener Sandsteins besitzen.

Aehnliche Verhältnisse scheinen über den ganzen Gebirgsstrich SO. von Trient zu herrschen. Auch an der Hauptstrasse nach Pergine begegnen wir zwischen dem Einzelhaus Ciré und der Fersina-Brücke einer gleichen Conglomeratbildung, welche hier zwischen dem anstehenden Porphyr und dem kurz vor der Fersinabrücke zu Tag ausstreichenden Thonschiefer mit steil nach NW. einfallenden Schichten eingekeilt ist. Das Conglomerat besteht hier fast ganz aus Quarzrollstücken und ist nahezu horizontal gelagert, während etwas abwärts an dem Ufer der Fersina dem Hause Stacche gegenüber aus dem Flussbette nach W.

einfallende Schichten zu Tage treten. Es sind am NO. Flussrande grobkörnige grauliche oder lichtweisse mürbe Sandsteine mit Kohlenputzen und Pflanzeneinschlüssen, auf dem SW.-Ufer dünngeschichtete, schwarze dolomitische Mergel voll kleiner Höhlungen, wechselnd mit schwarzen Schieferzwischenschichten. Darüber baut sich in hoher steiler abgerutschter Wand ein schichtenreiches System von graulichem, öfter buntem, röthlichem Sandstein, der unter der mächtigen Geröll- und Schuttdecke verschwindet, auf, bis endlich noch höher der weisse stark zerklüftete Dolomit des Mt. Celva sich wieder heraushebt und mit NW.-Einfallen rasch bis in die Thalsohle herabsenkt, wo das Flussbett in enger Schlucht sich durch denselben sein Rinnsal gebrochen hat. Derselbe Dolomit setzt auch an der Hauptstrasse in der Nähe der Wegabzweigung nach Civezzana durch die Thalung streichend N. fort und wird hier bei Malpensada durch eine Verwerfungsspalte von dem weiter W. vorliegenden Lithiotiskalke geschieden und von grossartig entwickeltem Schutt überdeckt. Im Ganzen sind demnach die Verhältnisse genau so, wie näher bei Trient.

Kaum anders verhält es sich weiter S. in dem Strich, der bereits dem Zuge des Val Sugana angehört. Ich verfolgte hier auf dem Wege, der von Caldonazzo nach Centa führt, den Thonschiefer bis nahe zu dem Dorfe Centa, wo ein vollständig zersetztes, melaphyrartiges Gestein die Thonschiefergrenze bezeichnet. Weiter aufwärts verhüllt aber der Gebirgsschutt jeden Aufschluss bis hoch oben zum Dolomit des Mt. Terrarossa, unter dem ein rother Streifen das Durchziehen der Campiler Schichten verräth. Dagegen ist der Aufschluss bei Vigolo, wenn man von Calceranica aus über Bosentino nach Val Sorda den Sattel überschritten hat, überraschend schön und lehrreich. Neben einem von Vigolo in N. Richtung aufwärts führenden Fahrwege ist die Grenze zwischen dem tiefer anstehenden phyllitähnlichen Thonschiefer, wie

er auch bei Centa getroffen wird, und den höheren Sandsteinschichten mehrfach direct entblösst. Keine Spur von Conglomeratbildung ist hier zu sehen. Es beginnt unmittelbar über dem Thonschiefer die höhere Schichtenfolge mit intensiv rothem Letten, auf welchem sandige Lagen mit den bekannten kohligen Einmengungen folgen bis zu einer mächtigen oolithischen Dolomitbank, die plötzlich als Steilwand an dem Gehänge sich erhebt. Wir werden später auf diese, sowie auf die höheren, hier Schicht für Schicht entblössten Lagen zurückkommen.

Sehen wir uns in der Gegend NO. von Trient um, so finden wir die ausgezeichnetsten Profile in dem Graben unmittelbar hinter Gardolo di mezzo und noch ausgiebiger in derselben Schlucht etwas höher aufwärts bei Masi Saracini.

Von der Trient-Laviser Strasse steigt man bei Gardolo aufwärts über stark zertrümmerten, oft breccienartigen Dolomit, der als Fortsetzung des Dolomits vom Mt. Calisberg sich am Gehänge herabzieht und bei Gardolo die Thalung erreicht, aufwärts bis Gardalo di mezzo, wo plötzlich hinter den Häusern eine tiefe Schlucht eingegraben ist. In derselben steht eine kleine Mühle. Etwa 25 Schritt abwärts von dieser Mühle ist die Grenze des eben erwähnten Dolomits, dessen Bänke steil nach SW. einfallen. Ein grossartige Verwerfung hat hier bewirkt, dass die ganze Reihe der Campiler und Seisser Schichten fast ganz fehlt und gleich oberhalb des Wegübergangs nach Meano, in dessen Nähe ein grauer Sandstein von isolirten Gypsputzen wie gespickt erscheint, bereits der Grödener Sandstein beginnt. Der graue, grobkörnige Sandstein, erfüllt von Pflanzenresten, schliesst mehrfache Lagen schwarzer kohliger Schiefer in sich, die sogar Veranlassung zu Versuchsbauen auf Steinkohlen gegeben haben. Es ist höchst eigenthümlich, dass trotz der grossen Menge von Pflanzeneinschlüssen, die sich hier finden, es auch an diesen Stellen ebenso wenig, wie an anderen gelingen

wollte, irgend Bestimmbares zu entdecken. Der Länge nach gestreifte und gefurchte Stengel sind das Einzige, was sich erkennen lässt. Sie haben äusserlich eine gewisse Aehnlichkeit mit Voltzienholz, wie es sich im Buntsandstein bei Zweibrücken findet, aber von einer bestimmten Identität kann keine Rede sein. Dagegen glückte es mir ein verkieseltes Stammstück zu finden, welches Material zu sehr schönen Dünnschliffen lieferte. In dem Radial- und Tangentialschnitte lassen sich in den Dünnschliffen fast nur langgezogene fadenähnliche Strukturtheile mit verdunkelten Wandungen erkennen, als ob das Ganze nur aus Zellen bestände. Stellenweise jedoch bemerkt man querlaufende dunklere Streifchen in denselben und es entstehen dadurch an Ringgefässe erinnernde Formen, endlich stellen sich auch hier und da ganz verdichtete Cylinder ein, die deutlich von hellen Züpfel durchbrochen sind. Es gewinnt daher sehr an Wahrscheinlichkeit, dass die langen fadenartigen Formen noch als Gefässe anzusehen sind, in welchen durch den Versteinerungsprocess die Gefässstructur zu Grunde ging und nur die Wandungen sich erhalten haben. Nach den wenigen Andeutungen der erhaltenen Gefässe zu urtheilen, gehört der Stamm einem Coniferenholz an. Die kohlenführenden Schichten werden unterlagert von rothem, sandigem Lettenschiefer und ziemlich grobkörnigem rothem und buntgestreiftem Sandstein, der hier ohne eine Spur von anderer Zwischenlage unmittelbar auf dem quer durch die Schlucht streichenden Porphyr aufruht. Die Grenze ist vollständig frei gelegt. Genau dasselbe Profil wiederholt sich auch in der Nähe am Wege von Gardolo di mezzo aufwärts nach M. Saracini, wo ebenfalls die Porphyrgrenze vollständig entblösst ist und noch einmal oberhalb des letzteren in der Schlucht, da wo der Weg nach Cortesano durch dieselben führt. Hohe nackte Wände der Schlucht schliessen hier die Gesteinsreihe mit schwachem NW.-Einfallen Schicht für

Schicht bis zu dem unterlagernden dunkelrothen Porphyr, der auch hier quer durch die Schlucht zieht, auf. Es sind folgende Schichten aufgeschlossen:

1) Zu oberst, die Schlucht mit steiler Felswand krönend oolithischer, gelblicher und weisslicher Dolomit, nach unten bräunlich, zerstreut kleinluckig, mit Stylolithen . . . . 8 m

2) darunter dünnschichtiger, röthlicher und gelblicher, steinmergelartiger Dolomit in dicken Bänken gesondert, von eigenthümlichen, langgezogenen, rechtwinckelig zu den Schichtflächen verlaufenden hohlen Röhrchen durchzogen, unten grossluckig und knollig . . . . 3 1/2 m

3) gelblich grauer Mergel mit kohligen Theilchen und einzelnen verkohlten breiten Nadeln, dann knollige Dolomitzwischenlagen und Gypsputzen einschliessend . . . . 6 m

4) dolomitische kleinknollige Steinmergel mit röhrenartigen Höhlungen . . . . 2 m

5) grauer Mergel, dünnschichtig, wechselnd in dünnen Lagen mit grauem, gelblich verwitterndem Dolomit . . . . 17 m

Ich bin der Ansicht, dass dieser Schichtencomplex (1—5) die Grenzschichten zwischen eigentlichem Grödener Sandstein und den Seisser Schichten vertreten, also den Grenz-Dolomit und die Bellerophon-Schicht repräsentiren. Es folgte dann tiefer:

6) graulicher weisslicher, seltener röthlicher Sandstein, wechselnd mit grauen Thonzwischenlagen und dünnen dolomitischen Streifchen, kohligem schwarzem Schiefer voll zahlreicher Pflanzenresten, Kohlenputzen und von Schwerspathäderchen durchzogen . . . . 63 m

7) getigerter Sandstein, Porphyrgruslagen mit spärlichen Spuren von Rollsteinen . . . . . 1 m
8) als Unterlage: dunkelrother Porphyr.

Im Ganzen stellt sich dieses Profil demjenigen gleich, durch welches man von Neumarkt an einer neugebauten Strasse nach Mazzon aufsteigt und entspricht ziemlich genau den Aufschlüssen, welche sich längs der Porphyrgrenze NO. vom Kalisberg über Monte Vaccino und den Sattel Doss dei cani gegen Civezzano über vielfach wiederholen.

Fasst man das Ergebniss dieser mühsamen, meist in ganz unwegsamen Schluchten angestellten Untersuchungen zusammen, so scheint mir folgende Annahme der Natur der Verhältnisse am besten zu entsprechen, obwohl ihr die Unterstützung durch paläontologische Momente abgeht.

Soweit über Porphyr oder Thonschiefer jüngere Sedimente bei Trient vorkommen, lagern sie ohne Unterbrechung bis zu dem weissen Dolomite gleichförmig über einander. Trotzdem scheint eine Theilung innerhalb der tiefsten Glieder in eine ältere dem Rothliegenden entsprechende und in eine höhere dem Buntsandstein parallele Bildung dadurch angedeutet, dass an sehr vielen Stellen die Reihe der Sedimente ohne alle Conglomerate und ohne dunkle Schiefer direct mit den dem Buntsandstein petrographisch ähnlichen kohlenführenden Schichten beginnt. Es nehmen daher die Conglomerate eigene, von der späteren Ablagerung des bunten Sandsteins unabhängige Verbreitungsgebiete ein, wodurch ihre Selbstständigkeit und ihre Scheidung von den jüngeren Ablagerungen begründet erscheint. Ganz analogen Verhältnissen zwischen Rothliegendem und Buntsandstein begegnen mir auch im mittleren Deutschland z. B. im Spessart, Vogelsgebirge, Odenwald, wo der intensiv rothe lehmige Röthelschiefer der postcarbonischen Formation und das kaum unterscheidbare tiefste Glied der Bunt-

sandsteinformation, der bröckliche Leberschiefer, unmittelbar und gleichförmig übereinander liegen. Beide petrographisch so ähnliche Gebilde erweisen sich nur dadurch zu den verschiedenen Formationen gehörig, dass beide stellenweis unabhängig von einander auftreten und besondere Verbreitungsgebiete einnehmen, und zwar in der Art, dass in diesem Falle der lehmige Röthelschiefer immer mit dem Zechstein und von dessen Verbreitung abhängig, der bröckliche Leberschiefer dagegen jedesmal an das Vorkommen des bunten Sandsteins gebunden und an diesen innigst angeschlossen auftritt. Analog verhält es sich in Südtirol mit dem breccienartigen Conglomerat des Rothliegenden und den buntgefärbten Sandsteinlagen des alpinen Buntsandsteins. Diese Analogie der Verhältnisse mit mitteldeutschen Ablagerungen tritt namentlich am Ostrande des Hardtgebirgs besonders deutlich hervor. Während nämlich im Spessart noch der Zechstein normal und mächtig entwickelt ist und die Röthelschiefer erst über dem Zechstein auftauchen, verliert sich westwärts der Zechstein gänzlich und es folgen am Westrande des Rheinthals ohne Unterbrechung und ohne discordante Lagerung die Conglomerate des Rothliegenden, die Röthelschiefer, die Leberschiefer und die tiefsten Lagen des Buntsandsteins über einander. Bei flüchtiger Betrachtung sehen sich Röthelschiefer und Leberschiefer hier zum Verwechseln ähnlich. Aufmerksamere Betrachtung lehrt jedoch, dass jene immer zu thonigem, gleichförmig zähem Lehm sich zersetzen, während die Leberschiefer stets nur zu bröcklichem Grus zerfallen. In manchen Gegenden erscheint nun nur das Rothliegende mit dem Röthelschiefer, und in anderen nur der Buntsandstein mit dem Leberschiefer. Dadurch ist ihre Scheidung und Zutheilung zu den beiden verschiedenen Formationen, trotz ihrer petrographischen Aehnlichkeit und gleichförmigen Lagerung, sicher gestellt.

Dieselben Principien wenden wir auch auf die Schich-

ten in Südtirol an und verfahren dabei nicht nach Willkür, sondern nach wohl begründeten Analogien.

Gleichwohl würde diese Zutheilung und Scheidung sofort in Nichts zerfallen, wenn die Bellerophon-Schichten als ein alpines Aequivalent für Zechstein sich erweisen würden; denn dann müsste der ganze Complex darunter, also der Grödener Sandstein mit sammt dem Conglomerate als alpines Rothliegende aufgefasst werden. Bei der hohen Wichtigkeit dieser Frage habe ich ihr bei meinem letzten Besuch der Alpen vorzugsweise meine Aufmerksamkeit zugewendet. Es scheint nicht nöthig, hier alle die einzelnen Profile in ihrem kleinsten Detail anzuführen, die ich z. Th. wiederholt in der oberen Grenzregion des Grödener Sandsteins gegen die Seisser Schichten untersucht habe. Es herrscht darin so grosse Gleichförmigkeit und so einstimmige Auffassung der Schichtenfolge bei allen denen, welche die bezüglichen Gegenden geognostisch aufgenommen haben, dass es genügen möchte, diess zu constatiren. Ich habe bereits in meinem ersten Beitrag auf die zwischen Grödener Sandstein und Seisser Schichten eingeschalteten Schichten, die schon durch v. Richthofen von mehreren Fundstellen hervorgehoben worden waren, sowie auf ihren grossen Reichthum an organischen Einschüsse aufmerksam gemacht und darauf hingewiesen, dass sie dadurch und wegen ihrer weiten Verbreitung hier einen wichtigen Horizont abzugeben geeignet scheinen. Später hat sie Dr. Loretz am Nordrande der Südalpen in fast ununterbrochenem Zuge auf der Südseite des Pusterthales kennen gelernt und auch Dr. Hörnes ihre Identität mit den von mir aus der Pufler Schlucht genau geschilderten Foraminiferen-Schichten bestättigt. Es sind hier bis zum Enneberg vorherrschend dunkelschwarze Kalke und Dolomite, in denen Dr. Hörnes eine Anzahl von Versteinerungen, darunter besonder charakteristisch *Bellerophon peregrinus* nachgewiesen hat. Vom

Enneberg westwärts lassen sie sich in gleicher Beschaffenheit über Picolein, Nombladè, durch den oberen Casarilbach, bei Pragles, unter Solschedia vorüber bis ins Gröde-ner Thal verfolgen, wo sie in der Pufler Schlucht das erwähnte schöne Profil bieten.

Weiter westwärts am Fusse des Schlerngebirgs und weiterhin verliert sich die s c h w a r z e F a r b e, es treten an die Stelle der dunklen Gesteine helle g e l b l i c h e D o l o m i t e. In dieser Art verbreitet ziehen sich die Schichten oft in's bräunliche übergehend, oft weiss, häufig auch oolitisch und nicht selten steinmergelartig vom Schlernfuss ober Tiers, Neumarkt, das untere Fleimsthal unterhalb Predazzo, dann über Palu unfern Lavis durch die Gegend von Triest bis in's Val Sugana, wozu schon die Bildungen bei Vigolo zu rechnen sind. Zahlreiche kleine Steinbrüche schliessen bei Neumarkt an der Strasse nach Mazzon das 6—7. m. Dolomitlager voll leider schlecht erhaltener Versteinerungen auf. Keine der zahlreichen Formen kann ich mit Sicherheit als eine Zechsteinspecies deuten. Aehnlich fand ich die Lage bei Palu, wo man über eine Steilwand von Dolomitschichten zur Höhe von Villé aufsteigt. Zerstreut herumliegende Blöcke braunen Dolomits enthalten reichlich Schwerspath nebst Spuren von Kupfererz; doch bin ich über ihre ursprüngliche Lage hier nicht ganz sicher, da sie auch aus höheren Lagen herabgestürtzt sein können. Der Umstand, dass zwischen Lavis und Palu auch den Porphyr zahlreiche Schwerspathgänge, mit Kupfererzen durchschwärmen, spricht freilich für den tieferen Horizont. Auch bemerkt man in dieser Gegend zahlreiche kleine Berghalden als Ueberreste von Bergbauunternehmungen, die der Grösse den Halden nach kaum über das Versuchsstadium hinüber gekommen sind.

Aehnlich verhält es sich auch in der ganzen Trientiner Gegend. Wenn man von dem früher genannten Gardolo di

mezzo den Fahrweg gegen Masi Saracini verfolgt, gelangt man nahe über Gardolo di mezzo an einen Gebirgsaufschluss, in welchem derselbe gelbe, splittrige Dolomit unmittelbar auf der Schichtenreihe des Grödener Sandsteins entblösst lagert. Die Aehnlichkeit dieser Schichten mit dem gelben Zechsteindolomit, wie er im mittleren Deutschland häufig auftritt, ist hier eine wahrhaft überraschende, um so mehr, als auch eine ganz ähnliche Durchaderung von Schwerspath und Kupfererz z. B. in Spessart den Zechstein auszeichnet. Wären wir auch noch so sehr von dieser petrographischen Aehnlichkeit befangen, wenige Schritte weiter aufwärts würden uns sofort zeigen, dass die grauen versteinerungsreichen Seisserschichten unmittelbar darüber folgen. Wäre der gelbe Dolomit ein Stellvertreter des Zechsteins, so müsste der graue Mergelkalk mit Posidonomya Clarai bereits den bunten Sandstein darstellen. In dieser Gegend ist es die Holopellenkalkbank, welche durch Mächtigkeit und Gesteinsausbildung ein hervorragende Stellung einzunehmen beginnt. Diese Schichten bestehen aus einem z. Th. oolithischen z. Th. dolomitischen, oft sehr dichten, luckig porösen, rauhwackeähnlichen, oder auch steinmergelartig derben Kalk, welcher ungemein reich ist an Rotheisensteinbeimengungen und grünen glauconitischen Theilchen. Auch Stylolithe machen sich häufig bemerkbar, während die Schichtflächen von zahllosen kleinen *Holopellen* strotzen. Auch innerhalb dieses durch rothe thonige Zwischenlagen und durch das Vorkommen des rothen Conglomerats unzweideutig als Campiler Schichten gekennzeichneten Complexes wiederholen sich mehrfach mächtige Bänke gelben und braunen Dolomits, ähnlich den vorhin erwähnten tieferen Lagen. Sie bilden in dieser Gegend häufig nackt vorstehende steile Felsrippen, die gegen Monte Vaccino streichen. Auch in diesen finden sich vielfach Schwerspath und Kupfererze, welche zu ähnlichen Bergbauversuchen Ver-

anlassung gegeben haben, wie bei Palu. Ich konnte eine ganze Reihe alter Berghalden im Streichenden von Monte di sopra bis zum Sattel, der hinüber nach Civezzana führt, weithin verfolgen. Es sind diess dieselben Gesteine, welche auf der Tiroler montanistischen Karte unter der Bezeichnung „unterer Alpenkalk" verzeichnet wurden. Dass Schwerspath und Kupfererze in diesem hohen Horizonte der Campiler Dolomite vorkommen, obwohl sie schon in viel tieferen Schichten, selbst im Grödener Sandstein beginnen, daran kann man sich am N. Gehänge des Kalisbergs in mehrfachen Querprofilen überzeugen. Ich beobachtete in dem Fahrweg, der von Masi Saracini nach Monte Vaccino führt, deutlich anstehende, ausgezeichnet oolitische Dolomite und rothbraune dolomitische Kalke, welche von zahlreichen Schwerspathadern mit Kupferspuren durchschwärmt sind. Gleich daneben am Gehänge ziehen sich die alten Bergbau-Halden hin.

Noch klarer ist der Aufschluss oberhalb Gardolo di mezzo da, wo ein Seitenweg von jenem nach Masi Saracini südlich sich abzweigt. Hier streicht der vom Kalisberg zum Thal bei Gardolo ziehende bröckliche blendend weisse jüngere Dolomit quer durch und es folgt zunächst unter demselben in gleichförmiger Lage der graue, dem deutschen Wellenkalk petrographisch so ähnliche Mergelkalk als Decke der tieferen Campiler Schichten, wie sie in dieser Gegend ausgebildet sind. Etwa 100 m unter der Grenze gegen den vorliegenden Kalisberg-Dolomit steht als eine Einlagerung oder Zwischenbank in der Campiler Reihe ein mächtiger Fels gelben und braunen Dolomits an, reich an Schwerspathadern und Rotheisensteinschnürchen genau im Fortstreichenden des oben erwähnten Dolomits mit Kupfererzen und unterlagert von der reichen Mergelbildung der Seisser Schichten. Dadurch ist die Stellung dieses Dolomits ganz sicher ermittelt.

Was die Gegend SO. von Trient anbelangt, so gewährt

das in seinen tieferen Lagen bereits früher geschilderte Profil oberhalb Pantè die besten Aufschlüsse. Im Allgemeinen ist die Schichtenausbildung die nämliche, wie bei Gardolo di mezzo. Die einzelnen mächtigen Dolomitbänke ragen auch hier als Felsrippen oder steile Terrassenränder zwischen den anderen Gesteinsbänken vor. Ganz besonders macht sich die meist rothe, oolitische Holopellenbank bemerkbar, welche das meiste Material zu den Weinbergsmauern dieser Gegend geliefert hat. Bemerkenswerth für diesen Strich ist auch das Vorkommen von Gypsknollen in den höchsten Lagen der Campiler Schichten oberhalb einer 15 m. mächtigen Rauhwackenbank.

Noch weiter südlich bieten sich uns in den Profilen an den Gehängen oberhalb Vigolo gegen Terra rossa und den M. Marzola sehr interessante Verhältnisse. Auch hier erhebt sich über den sandigen Lagen der Grödener Schichten mit vielen Kohlenputzen zuerst eine steile hohe Felswand, welche aus unten dünnen, oben dickeren Bänken eines z. Th. oolithischen z. Th. sehr dichten, gelben oder weisslichen Dolomits besteht. Wir sehen darin den Stellvertreter der Bellerophon-Dolomite, wie die zahlreichen, aber in hohem Grade undeutlichen Versteinerungen erkennen lassen, die darin auftreten. Graue dünnschichtige Mergelkalke mit den charakteristischen organischen Einschüssen der Seisser Schichten bedecken diese Felsbänke. In rascher Wiederholung erscheinen nach Oben noch dreimal ähnliche ziemlich mächtige Dolomitfelsmassen, von einander nur durch graue und rothe thonige, mergelige und sandige Zwischenlagen getrennt. Die oberste dieser Bänke beginnt mit einer oolithischen, weissen, gelblich verwitternden, z. Th. intensiv rothen eisenreichen Dolomitlage, in welcher wie NO. von Trient Schwerspath und Kupfererze brechen. Steinmergelartig dichte Gesteine vermitteln hier den Uebergang in grossluckige Rauhwacke, welche in dieser Gegend besonders

mächtig hervortritt. Leider sind bis auf einzelne Steinmergelbänke die höheren Lagen bis unter dem zunächst darüber folgenden blendend weissen Dolomit des Mt. Marzola (Calisberg-Dolomit) mit etwa 30—35m. ganz überrollt.

Es ist kaum zweifelhaft, dass es dieselben Schichten sind, in denen ich eine Anzahl Triasformen (vergl. I, S. 34) nachgewiesen habe. Es lässt sich namentlich an den Foraminifereneinschlüssen, die in Dünnschliffen sichtbar werden, erkennen, dass es derselbe Horizont sei, in welchen die Wiener Geologen das Vorkommen von *Bellerophon peregrinus*, von *Spirifer*, *Avicula*, *Mytilus*, *Myophoria*, *Turbo* u. s. w. angeben, so dass im Ganzen, wie Stache annimmt, ein paläozoischer Typus hervortrete. Dergleichen Ankläge an ältere Faunen in jüngeren Schichten begegnen wir zu wiederholten Malen in den Alpen. Es dürfte daher eine gewisse Formähnlichkeit nicht für zureichend erachtet werden, um daraus auf eine Gleichstellung mit älteren Schichten zu schliessen. Wir sehen ähnliche Andeutungen in der Fauna von St. Cassian, ja selbst noch in der des rhätischen Schichtencomplexes und über diese hinaus mehrfach wiederkehren. Es zeigen sich darin eben einzelne erhaltengebliebene Glieder jener grossen Kette der Artenverwandtschaft und der Formencontinuität, welche eine ältere Fauna mit einer jüngeren verbunden hält. Süss[5]) hat sich neuerlichst über die Bedeutung dieses wiederholten Auftretens sogenannter alter Typen in jüngeren Schichten in lichtvoller Weise ausgesprochen. Wie mir scheint, haben wir in den Bellerophon-Schichten nur ein weiteres Beispiel dieser Wiederholung einer Vortriasfauna in Triasschichten zu verzeichnen.

Eine weitere Frage, die ich durch meine Untersuchun-

5) Die Entstehung der Alpen S. 99 ffd.

gen bei Trient zu beantworten versuchte, bezieht sich auf den Nachweis der Crinoideen- und Brachiopoden-Schichten des Muschelkalks von Recoaro, die nordwärts in den Profilen am Schlern und bei Neumarkt sich nicht sicher bemerkbar machen. In diesen nördlichen Gegenden schreitet die Dolomitbildung über den rothen Campiler Schichten fast ununterbrochen bis zum Schlerndolomit fort. Bei Tiers, wo ich den vortrefflichen Aufschluss über der St. Sebastians-Kapelle zu erneuerten Beobachtungen benützte, tritt über den obersten brennendrothen Lettenschiefer der Campiler Schichten zuerst eine festere Gesteinslage als Fuss der weiter aufragenden Steilwand auf, welche 2 m. mächtig aus dünnen Schichten eines knollig klotzigen blaugrauen dolomitischen Mergelkalks mit zwischenliegenden grauen Mergeln besteht. Letztere enthalten Spuren von Pflanzenversteinerungen. Darauf baut sich erst die fast senkrechte 10 m. hohe Wand aus hellgelblich weissem, fleckweise rostfarbigem klotzigem Dolomit auf, welcher dadurch ausgezeichnet ist, dass er flache Linsen und Knollen oder Lagen von Hornstein und kieseligem Kalk enthält. In diesen Ausscheidungen zeigen sich ziemlich viele, aber meist sehr undeutliche organische Formen, *Crinoideen* und *Brachiopoden*. Ueber diesen Felsen springt der Abhang etwas terrassenförmig zurück. Der so gebildete Absatz wird durch die Zwischenlage von weicheren grauen Dolomiten von 5 m. Mächtigkeit veranlasst, über denen dann erst ohne weitere Unterbrechung der blendend weisse Schlerndolomit bis hoch hinauf zum Tschaffon sich aufthürmt. Also auch hier ist noch kein deutliche Abgliederung wie bei Recoaro ausgeprägt. Auch O. und SO. von Trient bieten die zahlreichen, von mir näher untersuchten Profile keine weiteren Aufschlüsse, als dass über den rothen Campiler Schichten ein System grauer, dünnschichtiger, wellig gebogener, dem mitteldeutschen Wellenkalk petrographisch (natürlich nicht der Lage

nach) bis zum Verwechseln ähnlicher Kalke constant sich vorfindet. Der unmittelbare Anschluss an den etwa 10 m. höher beginnenden blendend weissen Dolomit (Schlerndolomit des Kalisbergs) ist hier überall durch Zusammenbruch und Schutt verdeckt: so oberhalb Pantè, am Steilgehänge des Mt. Chegol, wo eine grossartige Verwerfung O. von Mt. Celva durchzieht und in der Fleimsthalspalte fortsetzt. Auch am Wege nach Val Sorda sind diese Grenzschichten entblösst. Nirgends aber begegnen wir einer Spur der so grossartig entwickelten Schichtenreihe, wie im Enneberger Gebiete, keinen typischen Wengener Schichten, keinen Buchenstein-Kalken, keinen St. Cassianer-Gebilden, deren Faciesausbildung, wie es scheint, erst östlicher im mittleren Fleimsthale zwischen Cavalese und Predazzo sich anzulegen beginnt, während dieser Typus bekanntlich bei Recoaro und in den südlicheren venetianischen Alpen gleichfalls fehlt. Aber auch das Charakteristische der Schichtenausprägung, wie sie sich bei Recoaro zu erkennen giebt, ist bei Trient nicht in gleicher Schärfe zu finden, obwohl eine gewisse Annäherung nicht zu verkennen ist. Bei Recoaro nämlich ist das untere Schichtensystem ausserordentlich dürftig ausgebildet. Es liegen hier über dem Phyllit, ähnlich wie in Val Sugana, zuerst 1) röthlicher Sandstein, der unten oft Conglomeratbänke in sich schliesst, durchschnittlich wohl nicht über 10 m. mächtig, dem Grödener Sandstein entsprechend, dann darüber 2) gelbliche Dolomite wechselnd mit rothem Lettenschiefer, grauen dolomitischen Mergelkalken, wohl auch röthlichen sandigen Zwischenschichten nach oben mit einer gypsführenden Lage abschliessend als Stellvertreter der Seisser und Campiler Schichten zusammen, gegen 40 m. mächtig; 3) dünnplattig wulstiger Kalk gegen 10 m. mächtig, als Hauptlagen des *Dadocrinus gracilis*, 4) weicher grauer z. Th. sandiger Mergel mit den Voltzieneinschlüssen, gegen 8 m. mächtig; 5) der Brachiopodenkalk, grau, fest, oft klotzig

und hornsteinführend nach oben in dolomitische, rostbraun verwitternde Schichten übergehend im Ganzen etwa 15 m. mächtig; 6) röthliche Conglomeratbänke und grellrothe, oft sandige Lagen mit 10 m, 7) dünngeschichtete graue Mergelkalke und gelbverwitternde dolomitische Lagen gegen 20 m. mächtig, 8) schwarze Kalke, in welchen Beyrich zuerst das ursprüngliche Lager der *Gyroporella triasica* entdeckt und festgestellt hat und endlich 9) das Massiv der weissen deutlich geschichteten Kalke, welche an vielen Stellen Blei- und Zinkerze führen und sowohl dem Schlerndolomit als Wettersteinkalk entsprechen. Man könnte in den pflanzenführenden Lagen bei Tiers die Voltzienschicht, in den grauen wellenkalkähnlichen Bildungen SO. von Trient die *Dadocrinus*-Bänke vermuthen. Aber sichere Anhaltspunkte des Vergleichs fehlten bis jetzt. Desto bemerkenswerther ist der Gebirgsaufschluss, den ich oberhalb Villé di sopra im Val di Cembia NO. von Lavis direct N. vom Dorfe an einem über den schmalen Gebirgsvorsprung hinüberführenden Fusssteig auffand. Dieser felsiger Gebirgsrücken, der von Mt. Corona in SW. Richtung bis oberhalb Ville bis zum Pfad nach Masa Serchi streicht, selbst besteht aus blendend weissem, splittrigem Schlerndolomit, der oben von Gletscherschliffen reichlich polirt ist. An dem genannten Steig wird derselbe von lichtgrauen und grünlichen, dünnschichtigen, oft wellig wulstigen Kalken unterlagert. Die untersten Bänke dieser etwa 30 m. mächtigen Schichtenreihe, welche an undeutlichen Versteinerungen nicht arm ist, nehmen Bänke eines festeren Kalkes ein und in diesen fand ich nicht grade häufig *Dadocrinus gracilis* mit Gliedern eines etwas grösseren *Crinoideen*. Dadurch ist für diese Gegend die so charakteristische Muschelkalkbank sicher nachgewiesen. Die Unterlage machen 25 m. mächtige graue gelblich verwitternde Mergelkalke aus, die wieder von grauem, und schwarzem Lettenschiefer mit gelben Dolomitzwischenlagen unter-

teuft werden. In diesem schwarzen Gestein kommen Fragmente von Pflanzen vor, jedoch nicht deutlich genug, um sie zuverlässig als zu *Voltzia recubariensis* gehörend bestimmen zu können. Darunter beginnt das hier in grossartiger Weise entblösste System der Campiler Schichten mit den bekannten brennend rothen Letten, den rostfleckigen, gelben Oolithdolomiten und Breccien, in stetem Wechsel mit Dolomitbänken und nach unten sich reichlicher einstellenden grauen Mergelplatten bis zum mächtigen, weissen Grenzdolomit, der die Scheide bildet gegen den noch tiefer liegenden Grödener Sandstein. Das *Gyroporellen*-Lager konnte ich hier nicht auffinden, es scheint sich auf das enge Gebiet von Recoaro zu beschränken. Es ist dadurch sehr wahrscheinlich gemacht, dass der wulstige Mergelkalk bei Pantè und an der Strasse nach Val Sorda über den Campiler Schichten der Region des *Dadocrinus gracilis* gleichzustellen ist.

Die Dolomite und dolomitischen Kalke.

Die über den Schichten der unteren Trias nach oben folgenden theils rein dolomitischen, theils dolomitisch-kalkigen Gesteine[6]) gewinnen in der Gegend O. von Trient keine so hervorragende Bedeutung, wie in N. S. und W. Von den hohen Bergen, welche sich am S.-Rande des Val Sugana steil erheben, streichen diese durch eine blendend weisse Farbe und ihre nackte Felsbildung schon aus der Ferne unterscheidbaren Gesteinsmassen durch das Centathal, in welchem ein neu angelegter Weg von Caldonazzo nach Folgaria auf eine lange Strecke durch sie sich emporzieht, in fast rein nördlicher Richtung vom Mt. Scanupia durch den oberen Theil des Val Sorda zum Mt. Marzola und dem Mt. Chegol im Osten von Trient in stets abnehmender

6) Vergl.: Doelter und Dr. Hörnes, Chem. gen. Betracht. üb. Dolomit u. s. w. III. Heft d. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1875.

Mächtigkeit herab. Dieser Zug bricht an dem tiefen Gebirgssattel oberhalb Pantè plötzlich ab, legt sich jedoch weiter nördlich in dem Mt. Celva mit der verstürzten und herabgebrochenen Bergscholle des alten Castells wieder an, um von da an in ganz schmalem Zuge zwischen Malpensada und einer gegen Civezzano vorliegenden Verwerfungsspalte mit nach SW. geneigten Schichten quer durch das Fersinathal streichend sich aufs Neue zum Calisberg zu erheben. Das reichliche Vorkommen von *Turbo solitarius* in freilich nur verstürzten Bruchstücken bei Val Sorda deutet es an, dass in diesen Felsmassen nicht bloss die tiefsten, sondern auch höhere Horizonte vertreten sind. Diess weist der Durchschnitt, den die prächtige Felsenstrasse von Trient nach Pergine in den durchsprengten Felsen zugänglich gemacht hat, nun noch näher nach. Von Trient aus über die bis zur Stadt reichenden, mächtig ausgebreiteten Diphyenkalke und über die versteinerungsarmen rothen Jurakalke aufsteigend gelangt man jenseits des Wirthshauses Cognola zu einem System hellrother bis weisser dichter, zum Theil fein oolithischer Kalke, die dem äussern Ansehen nach dem Doggerkalk von Roveredo und am Garda-See entsprechen. Eine dolomitische Lage scheidet die vorliegenden Bänke von den gleichförmig sie unterlagernden, weissen, dünnbankigen Kalken, welche zahlreiche, graulich grüne Lettenlagen zwischen sich schliessen. Alle Schichten neigen sich ganz conform unter geringem Neigungswinkel nach SW. In der Nähe eines wasserreichen Felsenbrunnens enthalten diese Kalke zahlreiche Versteinerungen in nicht gutem Erhaltungszustande; doch erkennt man darunter *Megolodon pumilus* und breite Streifen, die auf das Vorkommen von *Lithiotis* hindeuten. Der neue Anbruch der Felsen, bei welchen in Folge von Verwitterung die Formen der Versteinerungen noch nicht deutlich ins Auge fallen und die Bestaubung des Gesteins wirken zusammen den wahren Reich-

thum der Schichten an Versteinerungen fast ganz zu verdecken. Doch ist soviel gewiss, dass wir bereits in dem Gebiete der Rotzoschichten oder des grauen Lithiotiskalkes von Roveredo stehen, auch wenn das Gestein hier ganz abweichend meist als blendend weisser Kalk entwickelt ist. In den noch tieferen Lagen, denen wir beim weiteren Verfolgen der Strasse nach Pergine begegnen, lässt sich eine Scheidung nicht herausfinden, bis sich der Dolomit in mächtigen Massen einstellt. Weil der neue Aufbruch des Gesteins längs der Strasse wenig paläontologische Ausbeute lieferte, wurde der über das Gebirge von Villa montagna nach Orzano führende Weg aufgesucht, welcher auch in gewünschter Deutlichkeit die gehofften Aufschlüsse lieferte. Wenn man von Villa montagna aufsteigt, so sieht man zuerst das System weisser und röthlicher Kalke in stark geneigten Bänken neben dem Wege entblösst, deren zahlreiche organische Einschlüsse ihre Zugehörigkeit zum Doggerkalk bestättigen. Man steigt über ihre Schichtenköpfe nach und nach zur Sattelhöhe hinan, auf welcher grossartig in Karrenfeldern ausgewitterte Kalke mit unter 55° nach SW. geneigten Schichten weithin sich ausbreiten. An dem verwitterten Gestein kommen nun die breiten Streifen der *Lithiotis* in erstaunlicher Menge zum Vorschein. Es sei nur nebenbei bemerkt, dass auf dieser Sattelhöhe noch Glacialgeröll abgelagert ist und dass die Oberfläche der Felsen durch Gletscherschliffe, deren Politur man sehr deutlich erkennt, stark abgerundet worden ist. Gleich jenseits des Sattels nehmen Dolomiten — blendend weiss, kleinklüftig, jedoch deutlich geschichtet — ihre Stellung ein, so dass die ganze Mächtigkeit der Lithiotiskalke kaum mehr als 200 m betragen dürfte. Diese Stelle ist wohl neben jenem bei Cortina d'Ampezzo durch H. v. Mojsisovic[7])

---

7) Reisebericht. Verh. d. geol. Reichs. 1875. N. 12 S. 220.

entdeckten Vorkommen einer der nördlichsten Punkte, bis zu welcher die Rotzoliasfacies nachgewiesen ist.

Während bei Villa montagna und N. davon zwischen Calisberg und dem riffartigen Vorsprunge des Mt. Calmus unter diesem durchstreichend grauer Neocommergel und Scalia sich ausbreiten und über diesen eine reiche Reihe glauconitischer grünlich grauer klotziger Mergel voll Versteinerungen namentlich Crinoideen (von Tavernaro zum Mt. Calmus) als tiefste und älteste Glieder der hier beginnenden Eocänformation (Spilecco-Schichten) und als unmittelbare Unterlage des von *Nummuliten* strotzenden weissen Kalkes, aus welchem der Mt. Calmus besteht, lagern, aber rasch an einer plötzlich im N. auftauchenden tuffartigen Eruptionsmasse absetzen und in steilen, sogar seiger gestellten Schichten sich umbiegen, setzt der Zug der älteren weissen Dolomite und Kalke in NW. Richtung über den schmalen Rücken, dessen höchste Spitze der Kalisberg genannt wird, ununterbrochen fort und erreicht weiter in rascher Senkung über Gardola di mezzo, wie schon erwähnt, das Etschthal bei Dorf Gordola zwischen Trient und und Lawis.

Ich will diese wenigen Bemerkungen über den Osttrientiner Kalk- und Dolomitzug nicht abschliessen, ohne denselben auf Grund neuerer Untersuchungen und Studien einige Nachträge über die Dolomiten der nördlicheren Gegenden anzuschliessen.

Nach meinen früheren Untersuchungen in dem Dolomitgebiete NO. von Botzen war ich zu dem Ergebniss gekommen, dass die sog. Schlerndolomite dieser Gegend ursprünglich eine mehr oder weniger geschlossene Decke bildeten, welche in Folge späterer theilweiser Zerstörung der Unterlage, durch Zusammenbrüche und Wegwaschungen erst nachträglich jene eigenthümlichen und charakteristischen Formen annahm, wie solche jetzt in

den berühmten Dolomitbergen des Ennebergs unsere Bewunderung erregen, und dass letztere nicht von einer ursprünglichen Korallenriffbildung abzuleiten wären. Diese Annahme ist auf vielseitigen Widerspruch gestossen, sowohl von Seiten des ersten Begründers der Korallenrifftheorie H. v. Richthofen's [8]), als auch von Seiten mehrerer Wiener Geologen [9]), welch letztere sogar behaupteten, die Riffhypothese nunmehr mit unumstösslichen Gründen sicher gestellt zu haben.

Ich folgte um so lieber dem Rath meines verehrten Freundes, mir die Sache denn doch noch einmal in der Natur gründlich anzusehen, als ich weiss, wie belehrend und läuternd die Wiederholung früherer Beobachtungen auf etwa vorgefasste Meinungen einzuwirken im Stande ist. Ich habe daher an den wichtigsten Orten die vorliegende Frage noch einmal mit aller Sorgfalt geprüft und habe mich dadurch nur noch mehr von der Richtigkeit der nicht von mir erfundenen oder neuaufgestellten, sondern vielmehr früher allgemein angenommenen Ansicht, die ich nur weiter ausgeführt habe, überzeugt. Ich bin wiederum darauf zurückgeführt worden, dass wir zur Erklärung aller vorkommenden Verhältnisse, unter denen der Schlerndolomit im südöstlichen Tirol auftritt, nicht nöthig haben, eine Korallenriffbildung anzunehmen. Auch habe ich an einem von zahlreichen Stellen neuerlichst gesammelten Material auf das Bestimmteste die Ueberzeugung von dem enormen Mangel, um nicht gerade zu sagen Ausschluss der Korallenüberreste im Schlerndolomite mir aufs Neue verschafft. Es sei gestattet,

8) v. Richthofen, Ueber Mendola- und Schlerndolomit in Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1874, S. 225.

9) v. Mojsisovics, Ueber die Ausdehnung und Structur d. SO.-Tirol-Dolomit. Sitz. der Akad. d. Wiss. 71. Bd. 1875 und zahlreiche Berichte von M. u. Dr. Hörnes in d. Verh. d. geol. Reichsa. 1874 und 1875.

hier im Voraus zu constatiren, dass H. v. Richthofen selbst die Schichtung des nach seiner Ansicht aus Korallenriffen hervorgegangenen Dolomits zugesteht, ja selbst ein besonderes Gewicht darauf legt, dass auf dieses Moment von ihm selbst zuerst aufmerksam gemacht und das davon gegen die Rifftheorie abgeleitete Bedenken widerlegt worden sei.

Da H. v. Richthofen seit seiner Weltreise Tirol nicht wieder besucht hat, so beschränkt sich seine neuerliche Erwiderung wesentlich auf die frühere Beweisführung, die er nur durch die Ergebnisse seiner Untersuchungen an den Korallenriffen der Südküste von Java weiter zu stützen sucht. Ich setze nicht den geringsten Zweifel an die äussere Aehnlichkeit der Erscheinung zwischen den Dolomitfelsen in Tirol und den Korallenriffen der Südsee, aber für mich liegt darin weiter keine zwingende Nothwendigkeit, von dieser äussern Aehnlichkeit auf die innere Gleicheit der Entstehung zu schliessen; da ja nicht geläugnet werden kann, dass die Formen, die in den meisten Tiroler Dolomiten hervortreten, auch durch Denudation erklärt werden können, wie selbst von den heftigsten Vertretern der Korallenrifftheorie theilweise zugestanden wird. H. v. Richthofen vermisst (S. 236) die Mittheilung der meiner Anschauung zu Grunde liegenden Beobachtungen. Soweit sie sich auf stratographische Verhältnisse beziehen, sind sie ganz die nämlichen, wie auch er sie angestellt hat, darüber herrscht keine Differenz, die ja nur in der Deutung der beobachteten Thatsachen besteht. Ich sehe in den vielfach zerrissenen Dolomitbergen, in den steilen Rändern, mit denen sie plötzlich sich erheben, nichts anderes, als die Ueberreste einer grossen Gesteinsdecke, übrig gebliebene Fetzen einer weit verbreiteten Dolomitbedeckung und die Steilabbrüche von den nach einer Richtung hin zerstörten Theilen dieser Decke. Das sind Erscheinungen, die sich ja bei

jedem Ausblick nach den Dolomitbergen darbieten und tausendfach wiederkehren. Ich betrachte z. B. den Dolomit des Schlern als ein ursprünglich mit dem Dolomit der Mendel unmittelbar zusammenhängendes Dolomitcontinuum, das durch die Unterspülung und Wegwaschung der zwischen Schlern und Mendel unter dem Dolomit lagernden weicheren Schichten seiner Unterlage beraubt, theilweise zusammenbrach, wodurch die auf diese Art entstandenen Trümmer und Bruchstücke der fortspülenden Macht der fluthenden Gewässer zum Opfer fielen. Die Steilränder am Schlern, wie an der Mendel erscheinen mir als die derzeitigen Randtheile dieser zerstückelten Decke. Diese Verhältnisse sind genau so, wie wenn die Dolomitdecke, welche heute zu Tage noch zwischen Schlern und Rosengarten ein Continuum bildet, an der bereits zum Durchbruch vorbereiteten Eintiefung des Tschamin- und Durou-Bachs durch weiter fortgeschrittene Auswaschung der Campiler, Seisser und Grödener Schichten unterspült, etwa an den Rosszähnen zusammenbrechen würde und zwei neue Steilränder entständen, genau so wie zwischen Peitler-Kogel und Sabatschberg, wo durch denselben Unterspülungsprocess die ursprünglich zusammenhängenden, jetzt getrennten Kalkberge entstanden sind. Ich vermag hier und nirgends Korallenriffränder zu sehen. Dergleichen spätere Isolirungen früher continuirlich ausgedehnter Schichtensysteme und ihre Trennung in mehrere Gebirgsstöcke gehören ja zu den allergewöhnlichsten Erscheinungen in unsern Alpen, und die Südtiroler Berge machen hiervon nicht die geringste Ausnahme; es sind durch Zerstörung der Zwischenmassen isolirte Berggruppen wie der Wetterstein und der Minninger, wie Karwendelgebirge und Solstein, wie Pentling und Kaisergebirge, wie vorderer und hinterer Kaiser, oder in den Südalpen zwischen Mt. Cislon mit den Neumarkter Bergen und dem Schönleitenkopf mit Mt. Roen. Wir sehen bei Neumarkt noch deutlich

die ursprüngliche Querverbindung durch das Etschthal angedeutet.

Es gereicht mir zur grossen Befriedigung, dass selbst die am meisten fortgeschrittenen Vertreter der Rifftheorie die Allgemeinheit dieser Theorie in den Südtiroler Dolomitbergen haben fallen lassen und sie auf einzelne Fälle beschränkt wissen wollen. Wenn von dieser Seite ein ursprünglicher deckenförmiger Zusammenhang der Dolomitdecke zwischen Schlern- und Mendelbergen, zwischen Rothewand und Latemar zugleich mit Sasso di Loch, Campo Ziegelau und der Vedretta Marmolata u. s. w. zugegeben wird, so ist damit der allgemeinen Gültigkeit der Rifftheorie für Südtirol bereits das weiteste Feld entzogen, ich glaube das ganze. Denn wenn die durch Korallenriff angeblich entstandenen und steilrandigen Berge geschichtet sind, wie die Kalk- oder Dolomitmassen anderer Berge, wenn sich in diesen Gesteinsmassen keine oder nur Spuren von Korallen — wie ja zugegeben wird — erkennen lassen, was ist es denn, muss man fragen, was uns die Nöthigung auferlegt, ihre Bildung aus Korallenriffen herzuleiten? Ihre plötzliche Erhebung in hohen Steilrändern und ihr plötzlich mächtiges Anschwellen, sowie gewisse Structurverhältnisse sollen den Korallenriffcharakter documentiren.

Vorerst ist es ja mehr als zweifelhaft, dass sich in den jetzigen Steilrändern ehemaligen Riffränder auch nur der ungefähren Form nach erhalten haben könnten, wo rings die grossartigste Zerstörung auf Quadratmeilen ausgedehnte mächtige Berge vernichtet hat. Wir haben es überall nur mit abgebrochenen Lagen zu thun und ich vermag nirgendwo irgend etwas Eigenthümliches zu entdecken, welches diese steilen plötzlich aufsteigenden Felswände vor anderen Abbruchsrändern auszeichnete und sie als Theile von Korallenriffen charakterisiren würde. Aber selbst wenn sie ehemals Theile von Riffen dargestellt hätten, wären sie, wie die

überall an ihrem Fuss aufgehäuften Bruchstücke augenscheinlich lehren, in ihrer ursprünglichen Form so weit verändert, dass die jetzige Berggestaltung nicht mehr auf jene frühere Bildung bezogen werden könnte. Ich habe mir wiederholt die Frage gestellt, wodurch denn diese Steilränder der Südtiroler Dolomitberge von anderen Abbruchsränden, die ja überall in den Kalk- und Dolomitgebirgen wiederkehren, sich unterscheiden liessen; ich habe Nichts herausfinden können.

Was weiter die Erscheinung des plötzlichen Anschwellens der Dolomite zu aussergewöhnlicher, d. h. in nächster Nähe nicht vorkommender Mächtigkeit anbelangt, so sind diess Verhältnisse, welche in- und ausserhalb der Alpen vorkommen, wo sicher keine Mitbetheiligung von Korallen anzunehmen ist. Ich erinnere nur an das plötzliche Anschwellen der schwammreichen Stellen in dem Juragebiete. an das rasche Mächtigerwerden der Dolomite in Franken, bei welchen gewiss keine Korallenriffe mitspielen. Es darf auch an den Wettersteinkalk in den Alpen erinnert werden, der z. B. im Kessel von Reichenhall wenige hundert Fuss mächtig in dem unmittelbar anschliessenden hohen Staufengebirge zu eben so vielen tausend Fuss anschwillt. Dasselbe ist an vielen Stellen mit dem Dachsteinkalk der Fall. Dass dieses rasche Anschwellen Folge l o k a l reicherer Niederschläge und Absätze oder A n schwemmungen sei, muss überall angenommen werden, wo Korallenreste in dem Gestein fehlen, während andere Thierreste von gleicher Beschaffenheit sich erhalten haben. Warum müssen es denn in Südtirol gerade riffbauende Korallen gewesen sein, die dies bewirkten, aber nachträglich total zerstört worden sind, während sich Foraminiferen und Schalthierreste erhielten? Wenn ich für die Bildung der Dolomitfelsmassen in Südtirol keine andern Agentien anzunehmen für nöthig erachte, als die sind, welche überall Kalk- und Dolomitschichten erzeugten

— darunter auch natürlich stellenweise Material, zu dem Korallen Beiträge lieferten — so steht meine Ansicht mit den thatsächlichen Beobachtungen und den allgemeinen Erscheinungen vollständig in Einklang; lokal Abweichendes aber lässt sich nur aus lokalen Ursachen ableiten und erklären, wie ich es versucht habe. Dass die von mir angenommene Dolomitdecke nicht unbegrenzt sich ausdehnt und lokal durch eine andere Bildung ersetzt wird, ist allerdings eine Inconsequenz der Natur (l. c. 237), für die aber ich denn doch nicht verantwortlich gemacht werden kann. Auch ist es keine unklare Vorstellung, sondern Thatsache, dass sich neben einander aus demselben Meere sehr heterogene Absätze bilden können ohne Mitbetheiligung von Korallenriffen, wie die Tiefsee-Untersuchungen reichlich gezeigt haben. Eine scharfe Abgrenzung von reinem Dolomit gegen schwarze Tuffschichten ist mir ebenso unerklärlich wie meinem verehrten Freunde, aber ich kenne einfach keine solche, sofern nicht Dislokationen sie hervorgerufen hätten. Wo dergleichen Grenzen in normaler Lagerung aufgeschlossen sind, da bemerkt man keinen scharfen Abbruch, sondern den geforderten allmähligen Uebergang und sogar ein gegenweitiges, durch Wechsellagerung vermitteltes Ineinandergreifen.

Ich vermochte demnach auch in Folge meiner neueren Beobachtungen mich nicht zu überzeugen, dass irgendwo in Südtiroler Dolomit ein altes Korallenriff noch sichtbar geblieben ist, und ich will es mir gefallen lassen, vielleicht auch in Bezug auf die Erklärung der Entstehung alpiner Felsmassen für ein Reaktionär erklärt zu werden, wie denn H. v. Richthofen mein Bestreben, alpine Schichten mit ausseralpinen dem Alter nach gleichzustellen und demgemäss zu benennen, geradezu als einen Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie bezeichnen zu dürfen glaubt und Benennungen wie „Alpiner Röth“, „Alpiner unterer

Muschelkalk" etc. gelassen für unexakt hält. Ich meinen Theils fühle mich trotzdem befriedigt bei solchen Rückschritten in der Alpengeologie, von denen ich mit Genugthuung sehe, dass sie einen wahren Fortschritt der Geologie im Allgemeinen im Gefolge haben, mitwirken zu können. Wenn ich irgend einen Beitrag zur Förderung der geologischen Kenntniss der Alpen je geleistet habe, so besteht er eben nur darin, die in den Alpen herrschenden besonderen Verhältnisse auch solchen verständlich zu machen, die nicht speciell Alpengeologen sind und diess hauptsächlich durch meine Bemühungen, die Faciesdifferenzen und Gleichheiten der Gebilde in den Alpen mit denen ausserhalb derselben klar zu stellen, nach denselben Methoden, die ich auch in meiner letzten Arbeit befolgt habe. Ich betrachte es als Rückschritt in der Methodik der Alpengeologie, wenn man für dieselben eine eigene Wissenschaft mit eigener Nomenclatur und besonderer Titulatur zur Zeit noch festzuhalten für nothwendig erachtet, wo es vollständig klar geworden ist, dass die geologische Geschichte in den Alpen zwar ihren besonderen Gang, aber doch ganz gleichzeitig und analog mit gewissen Ereignissen ausserhalb der Alpen genommen hat und dass es absolut erforderlich ist, um die Alpengeologie allgemein verständlich zu machen, so viel als immer thunlich ist, die besonderen alpinen Bezeichnungsweisen mit allgemeinen zu vertauschen. Auf diesem Wege werde ich mich durch keine noch so herbe und ungerechtfertigte Beurtheilung abbringen lassen.

Die Korallenrifftheorie ist in der neuesten Zeit durch die umfassenden Detailaufnahmen der Geologen der k. k. Reichsanstalt in ein neues Stadium getreten. In den über diese Forschungsresultate bisher erschienenen Publikationen wird der erbrachte Beweis als endgültig und unumstösslich bezeichnet und von den Gegnern die Beibringung des Beweises vom Gegentheil gefordert. Darüber dagegen wird

ganz stille hinweggegangen, dass die Untersuchungen dahin geführt haben, an die Stelle der ganz allgemein für die Südtiroler Dolomite als gültig ausgesprochenen Korallenrifftheorie eine enorme Einschränkung auf einige wenige Fälle treten zu lassen, und dass wir es mithin ganz und gar nicht mehr mit der früheren Theorie zu thun haben. Ich nehme davon Akt, weil damit eigentlich der Hauptsache nach bereits das, was ich behauptet habe, nicht widerlegt, sondern nur bestätigt ist, und es sich nur mehr um einzelne Ausnahmsfälle handelt, die nun im Einzelnen zu betrachten wären. Das ist der jetzige Standpunkt der Sache.

Ich will nun versuchen, die Hauptzusammenstellung der bisher gewonnenen Ergebnisse zu Gunsten der letzten Ueberreste der Rifftheorie, wie sie die neueste Schrift des Herrn Bergraths v. Mojsisovics [10]) liefert, möglichst genau zu folgen.

Diese Schrift bezeichnet die Resultate paläontologischer Untersuchungen und Vergleichungen der Einschlüsse der in verschiedenen Höhen und in verschiedenen Reihenfolgen auftretenden, unter einander sehr abweichenden Bildungen in Verbindung mit der Beobachtung des gegenseitigen Ineinandergreifens der beiden Facies der Dolomite und der Mergel als die Hauptstütze dieser Theorie. Diese Gründe sind mehrfach verschieden von jenen des Herrn v. Richthofen, namentlich in Bezug auf das Vorkommen der Pachycardien-Schicht auf der Seisser Alp, auf welches besonderes Gewicht gelegt worden war, dann in Bezug auf die Stellung, die der Schlerndolomit gegenüber den St. Cassianer Schichten einnimmt, und endlich in Bezug auf das Fehlen der Schichtung, die H. v. Richthofen zugegeben hat.

10) U. d. Ausdehnung u. Structur d. südtir. Dolomitblöcke. Sitz. d. Ac. d. Wiss. in Wien, I Abth. Bd. 71, Maiheft 1875.

Was den ersten Theil der oben angeführten Abhandlung anbelangt, so stimmen die hier angeführten Hauptresultate ziemlich vollständig mit der bereits in meinem ersten Beitrage nachgewiesenen stellenweisen Vicariirung des Dolomits für den oberen Muschelkalk [11]) die Buchensteiner, Wenger und St. Cassianer Schichten (s. S. 51, 69, 70 u. s. w.). Auch habe ich daselbst schon auf die Möglichkeit einer Zerlegung dieses Dolomitcomplexes in die einzelnen Schichtenglieder, die er vertritt, hingedeutet. Indem weiter die einzelnen ursprünglich räumlich getrennten Dolomitstücke aufgeführt werden, zwischen denen becken- oder kanalartige Gebiete der Mergelfacies sich ausbreiten, begegnet man der Annahme, dass das Schlerngebirge einst wahrscheinlich sogar mit dem Mendelgebirge einerseits zusammenhing, andernseits erst mit der Marmolatagruppe sich abschloss. Also die W. und S. Steilränder des Schlerngebirgs mit seinem Anhang, sowie auch die östlichen des Mendelgebirgs und westlichen der Marmolata haben nichts

---

11) H. v. Richthofen wird sich aus dieser Abhandlung überzeugen, dass es denn doch nicht so unexakt ist, in den Alpen von oberem und unterem Muschelkalk zu reden, da man diese Bezeichnungen von einer Seite angenommen hat, welcher er gewiss den Vorwurf des Rückschritts in der Methodik der Alpengeologie nicht machen will. Wenn er aber (l. c. S. 221) mit einer kühnen Redewendung den Leser glauben zu machen sucht, dass ich die Richtigkeit der Bezeichnung von Schlerndolomit und Mendoladolomit erst recht begründet hätte, so verwechselt er eben die Sache mit dem Namen. Dass es zwei verschiedene und in gewissen Gegenden trennbare Dolomithorizonte in Südtirol gebe, wie H. v. Richthofen zuerst gefunden hat, das habe ich eben so scharf nachzuweisen gesucht, als das Unzutreffende der Bezeichnung „Mendoladolomit", nach dem Mendelgebirge, in welchem eben die beiden Dolomite nicht zu trennen sind und der Name nur durch eine Verwechselung und ein Zusammenwerfen der zwei Dolomithorizonte entstanden ist. Das liegt so klar zu Tag, dass ich es wirklich für überflüssig erachte, noch ein Wort darüber zu sagen.

mit Riffränder zu thun. Es sind steile Abbruchränder, Folgen späterer Zerstörung einer weit ausgedehnten Decke. Das ist denn doch nur eine Bestätigung meiner Annahme. Auch Peitlerkogel und Geisterspitz werden mit dem Gerdenazzogebirge als ein früher zusammenhängendes Massiv geschildert und bemerkt, dass für einige andere, jetzt allseitig isolirte Dolomitstöcke der Beweis ursprünglicher Isolirung nicht nach allen Richtungen hin sich erbringen liesse; es dürften dieses durch Denudation abgetrennte Partieen grösserer Massen sein, welche in das Gebiet der Mergelfacies übergegriffen haben. Es werden 5 solcher Gruppen angeführt. Damit ist die Rifftheorie bereits auf einen verhältnissmässig kleinsten Raum der Dolomitverbreitung eingeengt.

Indem weiter (S. 7) der für die Buchensteiner Schichten stellvertretende Dolomit als randlicher Dolomitwall bezeichnet wird, von dem denn doch wohl nicht behauptet werden kann, dass er aus Korallen bestehe, finde ich hierin bereits die Erklärung für die jüngeren „Wälle" angedeutet, die eben so wenig, wie die älteren, ihren Ursprung in Korallenriffen nehmen müssen. Von dem Inhalte der folgenden Erörterung hebe ich als das Wichtigste die Angabe hervor, dass manche Dolomite eine laterale Abgrenzung erlangen durch ein allmähliges Zurücktreten der oberen Lagen oder durch ein Ineinandergreifen der Dolomit- und Mergelfacies, wodurch selbst eine Ueberlagerung der Mergelbildung durch Dolomit entstehen kann, und wo eine Erosion noch hinzutritt, eine isolirte freie Auflagerung von Dolomitplatten auf Mergel möglich wird. Demnach werden die sämmtlichen jetzt isolirten, dem Mergel frei aufgesetzten Dolomitgruppen auf einer Seite hin ursprünglich mit dem grossen Stock zusammen hängend dargestellt unter der Annahme, dass erst durch Erosion dieselben zertheilt worden sind. So die St. Cassianer Massen vom Set Sass im W. an über Mt. Nuvolau

nach O. bis in das Boitathal, die Dolomite des Sasso Pitschi, der Zug des Sasso di Capello bis zum Marmolatastock. Sie alle brechen wenigstens nach einer Seite hin mit steilen Erosionswänden ab. Die ursprüngliche Continuität der Dolomitdecke ist damit bereits über weite Flächen zugegeben. Wenn nun aber Set Sass mit Nuvolau u. s. w. über dem Mergel früher zusammenhing, wenn Schlern- und Marmolatagebirge vormals ein zusammenhängendes Ganze ausmachten, warum soll nicht die Schlernostseite mit der Langkogelgruppe, diese mit dem Gerdenazzo- und Pardoistock vordem über dem Mergel im Zusammenhang gestanden haben und erst durch Erosion in einzelne Gruppen zertheilt worden sein? Ich habe mir diese Frage an Ort und Stelle vorgelegt und konnte keine Gegengründe auffinden. Dieselben Strukturverhältnisse, dieselben Steilabbrüche in Folge von Erosion, dieselbe Leere an Korallen, wie da, wo zugestandener Maassen, die Ränder als Abbrüche angesehen werden. So ist es an den Steilrändern der Langkofelgruppe, am Peitlerkofel, am Pardoigebirge. Es bedarf gar nicht der Continuität der Dachsteinplatte zu einem weiteren Beweis. Beide Bildungen, der tiefere Dolomit und der Dachstein, sind verschieden altrige Ablagerungen, die so unabhängig in ihrer Verbreitung sind, dass man von der Continuität des einen ja ohnehin nicht mit Grund auf die der andern für denselben Verbreitungsbezirk schliessen darf.

Aus der gegenwärtigen Isolirung einzelner Dolomitstücke kann meiner Ansicht nach nicht auf ihre Entstehung aus einem Korallenriff geschlossen werden, da diese Isolirung vollständig auch durch Erosion erklärlich wird.

Ein weiteres Moment für die Begründung der Rifftheorie wird von der Struktur der Dolomitmassen hergeleitet. Es wird behauptet (S. 7), dass eine regelmässige Theilung des Dolomits in Südtirol als ächte Schichtung nicht vorkäme. Diese Annahme steht weder mit der Auffassung der

Strukturverhältnisse des Dolomits H. v. Richthofen's noch mit meiner Erfahrung in Einklang. Ich fand den Dolomit Südtirols überall mindestens ebenso deutlich geschichtet, wie den Juradolomit in Franken, in der Regel noch viel deutlicher. Die Behauptung mangelnder Schichtung findet aber schon S. 12 eine entsprechende Correktur, indem hier die höchsten Lagen der Stöcke selbst als ausgezeichnet wohlgeschichtet hervorgehoben werden. Nur die tiefere Hauptmasse soll der eigentlichen Schichtung ermangeln, und dafür soll einerseits eine Art „Conglomeratstruktur" oder andernseits eine „Uebergussschichtung" Platz greifen.

Was zunächst die sog. Conglomeratstruktur anbelangt, so wird dieselbe beschrieben, als eine Zusammenhäufung von Dolomitblöcken oder Klumpen durch Dolomitbindemittel. Diese Klumpen werden als eine Art Pseudomorphose nach früheren Korallen erklärt, ohne dass aber zugestandener Maassen sich eine Spur von Korallen in diesen Klumpen findet. Warum sind es denn nicht Pseudomorphosen nach Schwämmen? Wenn es aber Korallen wirklich gewesen wären, warum sind diess jetzt Klumpen, deren Form doch eher auf eine Abrollung durch die Fluthbewegung hindeuten würde und nicht scharfzackige, spitze Trümmer, wie die Theile der Korallenriffe? Oder bestehen etwa die jetzt zu Fels gewordenen Korallenriffe aus solchen Klumpen? Ich habe durch die Güte des Hrn. Prof. Semper eine Auswahl solcher Riffkalke der Südsee genau zu untersuchen Gelegenheit gefunden und kann nur sagen, dass von solchen Klumpen sich nichts vorfindet, sondern die zu dichtem Kalkfels verwachsenen Korallen ganz das Zackige und Scharfe beibehalten haben, das sie früher besessen haben. Diese Struktur findet sich also nicht bei den zu Felsmasse umgewandelten Korallenriffen der Jetztzeit. Auch ist es ein Irrthum, dass an den heutigen Korallenriffen jede Spur

des organischen Ursprungs sehr häufig verschwindet. Wer hat denn solche Felsmassen bis jetzt mikroscopisch untersucht, und darf sich demnach für berechtigt halten, dieses Urtheil zu fällen? Man kann auch nicht annehmen, dass die dolomitische Beschaffenheit der Felsmassen Veranlassung an diesem Verschwinden der organischen Struktur ist. Denn nach den eingehenden Untersuchungen von Dr. Dölter und besonders von Dr. Hörnes [12]) besitzen viele dieser Gesteine keine dolomitische, sondern kalkige Zusammensetzung, so dass man sogar die Berechtigung in Frage stellen kann, die aus ihnen bestehenden Gebirge als Dolomitgebirge zu bezeichnen. Warum finden sich denn auch in diesen Kalkfelsmassen keine Korallenreste? Doch wohl weil niemals dergleichen darin enthalten waren. Meine Untersuchungen der reichen Suite des Hrn. Prof. Semper gaben mir lehrreiche Aufschlüsse. In Felsmassen, die äusserlich an Dichte keinem Alpenkalk oder Jurakalk nachstehen, die selbst so vollkommen in krystallinischen Zustand übergegangen sind, dass sich bei Zerschlagen auf grössere Strecken hin der spiegelnde Glanz der Kalkspathspaltungsflächen wahrnehmen lässt, treten in Dünnschliffen die Strukturverhältnisse der die Kalkstein bildenden Korallen mit vollster Bestimmtheit hervor. Sie sind in keinem Stücke obliterirt, das ich untersucht habe. Ich darf daher auch die aus dieser sog. Conglomeralstrucktur der Dolomite, die ich übrigens selbst nirgendswo zu beobachten im Stande war, zu Gunsten der Entstehung aus Korallenriffen abgeleiteten Beweise als unbegründet zurückweisen.

Es dürfte abgesehen von der vorliegenden Frage von allgemeinerem Interesse sein, die Struktur dieser Korallenfelsen der Jetztzeit etwas näher zu beschreiben, indem wir

---

12) Vergl. Zeitschr. d. deutschen u. österr. Alpenvereins 1875 S. 108 u. ff., und Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1875. 3. Heft. 298 u. ff.

hier ein lehrreiches Beispiel der Entstehung von festen Kalkmassen gegenüber der aus dem kreidigen Tiefseeschlamm vor Augen haben. Es soll am Schlusse desshalb hierüber eine weitere Mittheilung gemacht werden.

Wir kehren zunächst zur weiteren Besprechung der Strukturverhältnisse des Dolomits zurück. Die zweite Strukturform, welche der Südtiroler Dolomit besitzen soll, wird als Uebergussschichtung bezeichnet. Diese Art der Ausbildung von Schichtgesteinen ist bekanntlich nirgendwo schöner zu beobachten, als in Sandsteingebirgen, z. B. im Buntsandstein oder Keuper. Es bedarf wohl nicht erst des Beweises, dass hier keine Korallen mitthätig waren. Dergleichen Strukturverhältnisse werden durch hin- und herwogende Fluthungen hervorgerufen. Sie stehen ausser Beziehung zur Korallenriffbildung, bei welcher, wie das H. v. Richthofen (l. c. S. 244) selbst nach eigener Beobachtung an jetzigen Rifffelsen ganz besonders hervorhebt, „das Gestein geschichtet ist und zwar grösstentheils in dicken Bänken, hier und da auch in dünnen Lagen, die 20—30 F. weit fortsetzen". Derartige höchst vereinzelte Erscheinungen, von denen übrigens nur an zwei Stellen beobachtete Beispiele angeführt werden, können mithin nichts für die Rifftheorie im Grossen und Allgemeinen beweisen. Ich will dagegen gar nicht geltend machen, dass von mir an den zwei bezeichneten Stellen, nämlich am Schlern- und Bovaigehänge eine ähnliche Ausbildung des nach meiner Auffassung immer unzweideutig geschichteten Gesteins, trotz aufmerksamer Untersuchung nicht ausfindig gemacht werden konnte, weil es ja bei so ausgedehnten Entblössungen immerhin möglich ist, dass man den betreffenden Punkt nicht aufgefunden hat. Aber als eine allgemein verbreitete, desshalb irgendwie wichtige Schichtenausbildung kann eine derartige Erscheinung nicht gelten.

Inwiefern das Vorkommen des Cipitkalks eine Beziehung

zu der vorliegenden Frage besitzen soll, ist nicht abzusehen. Der Cipitkalk ist, wo er vorkommt, eine kalkige Zwischenbank in den Tuffschichten, wie der schöne Aufschluss in einem Graben ganz nahe der Cipitalpe erkennen lässt. Er enthält Korallen in grosser Menge und gutem Erhaltungszustande. Man bemerkt an ihnen keine klumpigen Pseudomorphosen, welche einer Strukturart des Dolomits zu Grunde liegen soll. Das Vorkommen von Korallen im Cipitkalke, einem Gestein, welches nicht anders zusammengesetzt ist, als viele sog. dolomitische Lagen im Schlerndolomit, ist der schlagendste Beweis dafür, dass wo einmal Korallen im Gestein vorhanden waren, sie auch jetzt noch kenntlich sind. Denn an zwei Stellen kommen sie ja auch im weissen Dolomit (l. c. S. 15) massenhaft vor, während sonst überall „nicht ganz zweifellose Reste" zu finden sind, d. h. denn doch, wo Korallen jemals im Gestein vorhanden waren, sind sie auch jetzt noch zu sehen. Der Cipitkalk besteht nach meiner Analyse (I), der ich jene eines dolomitischen Kalks von den Rosszähnen am Schlern nach der von den Hrn. Dr. Doelter und Dr. Hörnes [13]) mitgetheilten Analyse beisetze (II), aus:

	I		II
Kohlensaurer Kalkerde	87,85	CO_2 . . .	43,15
Kohlensaurer Bittererde	3,83	CaO . . .	51,43
Kohlens. Eisenoxydul mit etwas Manganoxydul	4,05	MgO . . .	2,44
Eisenreicher Thon . . .	4,03	FeO . . .	1,03
Wasser	0,20	unlösl. Rückst.	1,48
	99,96		99,53

Die chemische Zusammensetzung ist nicht sehr verschieden und die Frage gewiss gerechtfertigt, warum finden

13) Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1875, 3. Heft S. 321.

sich im Cipitkalk so reichlich Korallenreste, warum fehlen sie in dem ganz ähnlich zusammengesetzten Gestein an den Rosszähnen? Doch wohl weil sie niemals in letzterem vorhanden waren; denn wie sollten sie hier spurlos verschwunden sein, während man auf der anderen Seite „sandsteinartige Dolomitstöcke noch deutlich als zusammengesickerter Korallensand zu erkennen im Stande“ sein soll.

Ich empfinde hier am Schluss meiner Darstellung in der That nicht die grosse Verlegenheit, in der ich, wie befürchtet wurde, (l. c. S. 16) gerathen würde, um die Genesis der oben geschilderten Strukturformen zu erklären. In einer irgend nennenswerthen Allgemeinheit kommen sie nicht vor, und bedürfen daher als der allgemeinen Gesteinsbildung zu Grunde liegend keiner Erklärung, und wo sie etwa lokal vorkommen, beweisen sie alles andere, nur nicht den Ursprung des Gesteins aus Korallenriffen!

Aber ganz abgesehen von allen diesen besprochenen Verhältnissen, erwächst der Rifftheorie aus den Niveauverhältnissen eine Schwierigkeit, welche sie wohl schwerlich ganz aus dem Weg zu räumen im Stande ist.

Die riffbauenden Korallen unserer Meere können bekanntlich nicht tiefer, als höchstens 200 Fuss unter dem Meeresspiegel fortkommen. Ich denke, Niemand wird in Zweifel ziehen, dass zur Triaszeit die Korallen ähnlichen Bedingungen der Existenz unterworfen waren, wie die jetzt lebenden. Nun besitzen die Felsmassen in Südtirol, welche aus Korallenriffen entstanden sein sollen, an vielen Stellen — welche direkt als Korallenriff ausgebildet angeführt werden, z. B. die Schlernwand oberhalb Bad Ratzes, — mitunter eine Mächtigkeit von mindestens 2000 F. Es müsste demnach der Untergrund, auf dem die riffbauenden Korallen fort und fort weiter wuchsen, nach und nach und ganz allmählig sich um nahe 2000 Fuss gesenkt haben. Die Gegenden aber, in welchen an der Stelle des Dolomits die

allgemeine Mergelfacies sich entwickelt findet, oder der normale Aufbau der Schichten ohne Beihilfe der Korallen fort und fort andauerte, mussten dem gehobenen benachbarten Untergrund der Korallenriffe gegenüber Spuren einer solchen enormen Senkung auch jetzt noch deutlich erkennen lassen. Denn diese Gegend müsste entweder gleichmässig mit der Basis der Korallenriffe mitgesenkt worden sein und dann die Mergelfacies in entsprechender Mächtigkeit aufweisen, was nicht der Fall ist, oder aber unverrückt geblieben sein, während bloss die Basis der Korallenriffe sich allmählig senkte. Vergleicht man dem gegenüber das gleichmässig ausgebildete Fundament, welches allen den jüngeren Bildungen gemeinschaftlich zu Grunde liegt, in den verschiedenen Gegenden, innerhalb welcher in Südtirol vermeintliche Korallenriffe angenommen werden in Bezug auf das relative Niveau des Vorkommens, so treten solche Differenzen eben nicht hervor. Die Seisser und Campiler Schichten, die beiden Faciesbildungen zur Grundlage dienen, liegen von Tiers, über Seiss bis in's Grödener Thal nahezu gleich hoch, wie auf dem gegenüberstehenden Porphyrplateau von Klobenstein. Die Zonen, in welchen diese Schichten am Fuss der Dolomitberge zu Tage ausstreichen, bilden, wie ein Blick auf die geologischen Karten lehrt, über weite Strecken, innerhalb welcher nur durch solche eminente Senkungen des Untergrundes das Fortwachsen der Riffe möglich gedacht werden könnte, in erstaunlicher Regelmässigkeit fortlaufende und ununterbrochene Streifen. Die in der Gesammtausbreitung dieser Fundamentgesteine hervortretenden Höhendifferenzen in der Lage, welche sie jetzt einnehmen, weisen allerdings auf grossartige Verschiebungen hin, welche die Schichten sowohl durch die allgemeine Gestaltung, als speziell durch die Durchbrüche der mächtigen Eruptivgesteine erlitten haben. Man wird desshalb ebenso wohl wie lokale Senkungen auch lokale

Hebungen annehmen dürfen, um die jetzigen Niveauverhältnisse zu erklären. Aber diese Dislokationen haben die Basis und die auf ihnen höher aufgelagerten Faciesgebilde beiderlei Art ganz gleichmässig getroffen. Es wird sich demnach die kolossale Mächtigkeit der Dolomitfelsmassen, aus Korallenfelsriffen entstanden gedacht, gegenüber dem relativen Niveau, welches die benachbarte Mergelfacies einnimmt, durch Senkungen und nachträgliche Hebungen nicht erklären lassen, ohne den natürlichen Verhältnissen, wie sie vorliegen, Zwang anzuthun.

Ich gestehe gern, dass die Erklärung der grossen Mächtigkeit der Südtiroler Dolomitmassen eine schwierige Sache ist, aber sie scheint mir denn doch nicht schwieriger, als überhaupt jene der Entstehung nicht minder mächtiger Dolomite, wie sie im Hauptdolomit vorkommen oder des Wettersteinkalks in den Nordalpen. Es wäre gewiss auch mir in hohem Grade erwünscht, für diese Erscheinung wenigstens innerhalb eines Theils unserer Alpen durch die Annahme der Rifftheorie eine vollgenügende Erklärung zu finden. Ich kann mich aber von ihrer Richtigkeit aus eigener Anschauung nicht überzeugen, und so sehe ich mich genöthigt, frei von aller leidenschaftlichen Rechthaberei auch jetzt noch an dem festzuhalten, was ich den beobachteten Thatsachen gegenüber für das Naturgemässe erachte.

Einige Bemerkungen über die Beschaffenheit des Korallenriffkalks.

Der vollständig zu Fels gewordene Riffkalk von der SO.-Seite der kleinen Lagune von Nariunguo stellt eine an der Oberfläche von vielen Höhlungen, Bohrlöchern und feinsten Poren durchzogene rauhe Steinmasse dar, welche auf der Bruchfläche sich der Hauptsache nach aus vollständig krystallinischer Masse zusammengesetzt zeigt, so dass selbst auf kleineren Parthieen in verschiedenen Richtungen

die prächtig spiegelnden Flächen des Kalkspaths zum Vorschein kommen, wobei die organische Struktur der Koralle, welche dieser Masse zu Grunde liegt, gleichwohl noch sehr deutlich und bestimmt dadurch zu erkennen ist, dass theilweise in die von der thierischen weichen Substanz eingenommenen Räume eine gelbe, ockrige Substanz eingedrungen ist, diese Räume theilweise aber auch noch unausgefüllt geblieben sind. Die ursprüngliche Scerodermmasse ist dagegen ganz in Kalkspath übergegangen. In dieser Hauptmasse des Steins sind nun vielfache Putzen und Nester eingebettet, die von minder dichtem, schmutziggelbem körnigem oder aber auch von ganz dichtem Material ausgefüllt und mit dem Korallenkalk dadurch zu einer Gesteinsmasse innigst verbunden erscheinen. Auch bemerkt man in diesen eingeschlossenen Putzen, welche durch Ausfüllungen der früher im Korallenstock vorfindlichen Höhlungen entstanden sind, kleine *Schneckchen-*, *Crinoideen-* und *Foraminiferen-*Durchschnitte. An andern Stellen scheinen Muschelschalen, Stücke anderer Korallen *(Millepora)* und dergleichen, von den fortwachsenden Korallen umschlossen worden zu sein. Bei dieser so vollständigen steinigen Umbildung des Kalkgerüstes der Koralle ist es nicht ohne Interesse, die chemische Zusammensetzung kennen zu lernen. Ein möglichst reines Stückchen, das ich analysirte, bestand in Salzsäure löslichen Antheilen aus:

kohlensaurer Kalkerde	95,00
kohlensaurer Bittererde	2,92
Kieselerde in Salzsäure löslich	0,07
Eisenoxyd und Thonerde	0,36
Phosphorsäure	0,02
Fluor	Spur
in Salzsäure unlöslich bei 100° C. getrocknet	1,75
	100,12

In Dünnschliffen erscheinen die Kalkwände der Korallen aus klarem, stellenweise durch feine eingestreute Staubtheilchen wolkig trübem Kalkspath bestehend, auch lässt sich in demselben selbst die feinere organische Struktur noch wahrnehmen. Daneben zeigen sich die charakteristischen Risse des Kalkspaths in den Spaltungsrichtungen, und stellenweise eine Anzahl kleiner, oft etwas gekörnelter Nädelchen, welche ich für die Räume eingedrungener Bohralgen oder Bohrschwämme *(Vioa)* halte. Die Zwischenräume sind theils mit einer braunen, feinkörnigen Substanz überzogen, seltener ganz bedeckt, theils aber auch durch Kalkspath ganz ausgefüllt, in der Weise, dass radienförmig von den Wandungen her gegen das Innere einzelne krystallinische Körnchen vordringen. Die gelbe, äusserlich ockerähnliche Ueberrindung dürfte aus feinzerriebenem Kalkschlamm und eisenhaltiger organischer Substanz bestehen.

Die eingeschlossenen, nicht aus dem Skelett der Korallen bestehenden Putzen, die meist die Form von grossen Bohrhöhlungen besitzen, bestehen nach der mikroscopischen Untersuchung der möglichst dünngeätzten Stückchen, welche sehr schwer durchsichtig zu machen sind, aus einem ziemlich gleichmässigen, äusserst feinen, wie aus bloss kleinsten Körnchen bestehenden Hauptmasse von gelblich und bräunlich weisser Farbe, in der nun Schalenreste von *Mollusken*, Stücke von *Crinoideen*, *Foraminiferen*, *Polycystinen*, einzelne *Diatomeen* und *Lithothamnien* eingebettet sind. Es macht diess ganz den Eindruck, als ob in vorhandene Löcher und Höhlungen feinster abgeriebener Kalkstaub mit kleinen Theilchen abgestorbener Organismen hineingeschwemmt worden sei und sich nach und nach durch den Kalk, welcher mittelst der aus der zersetzten thierischen Substanz entstandenen Kohlensäure beweglich gemacht wurde, verkittet hätte. Trotz der genauesten Untersuchungen konnte ich keine Spur von *Coccolithen* weder in diesen Theilen noch auch an Stellen, wo die Masse noch locker und pulverig

geblieben war, entdecken. Dieser Hauptbestandtheil des Tiefseeschlamms scheint an der Bildung des Riffkalks sich nicht zu betheiligen. Auch vermisse ich die im Tiefsee so häufigen *Globigerinen, Orbulinen, Truncatulinen* etc., während *Dentalinen, Miliolinen, Guttulinen, Textularien* bei den Ausfüllungen der Korallenhöhlungen besonders betheiligt und grossentheils im Innern ihrer Kammerräume von krystallinischem Kalke bereits ausgefüllt sind.

Ein vollständig dichter Riffkalk von Bitaibitai, Fluss Bislig, besitzt keine leeren Höhlungen und Poren, sondern bildet eine stetige Kalkmasse etwa von der Beschaffenheit des Nummulitenkalks. Auf dem Querbruche bemerkt man neben der dichten nur stellenweise durch kleinste spiegelnde Flimmerchen an eine krystallinische Zusammensetzung erinnernden Hauptmasse fleckenweise ausgebreitete mehr erdige Parthieen. Während die Hauptmasse in den Dünnschliffen aus noch deutlich in der Struktur erkennbaren Korallenstücken besteht, bei welchen die Zwischenräume zwischen dem festen Kalkgerüste durch feine krystallinische Kalkspaththeilchen ausgefüllt sind, bilden in den erdigen Parthieen feinste, staubartige Kalktheilchen, untermengt mit *Foraminiferen*, deren Kammern gleichfalls durch krystallinischen Kalk ausgefüllt sind, mit *Polycystinen*, einzelnen *Diatameen*, kleine Stückchen von *Korallen*, Nadel- oder haarähnlichen Röhrchen eine compakte, durch kalkspathige Zwischenmassen verbundene Masse von grosser Festigkeit. Auch hier scheinen diese erdigen Putzen früheren Aushöhlungen im Korallenstock ihren Ursprung zu verdanken, in welchen sich Kalkschlamm nach und nach mit abgestorbenen kleinsten Thierresten zum festen Gestein verkittete.

Ein anderes sehr merkwürdiges Stück besteht aus einem Poriten, dessen Stock dem äusseren Ansehen nach vollständig felsig verkalkt erscheint. Bei näherer Prüfung im Dünnschliffe finden sich aber die meisten Durchbrechungen noch leer, wenige sind mit feinkörnig späthigem Kalk er-

füllt. Die Masse des Gerüstes lässt noch mit bewunderungswürdiger Vollständigkeit die ursprünglichen Strukturverhältnisse erkennen. Man sieht, dass das kalkige Gerüste aus einer überaus feinstrahligen Masse besteht, welche büschel- oder bündelweise übereinander liegend die Kalkwände bilden; da wo zwei Wandungen zusammenstossen, liegen mehr in die Länge gestreckte Fasern. Diese Faserstruktur gewinnt im Allgemeinen ganz das Ansehen derjenigen der Foraminiferenschalen. Gelingt es, im Durchschnitt senkrecht zu einem solchen Faserbündel zu sehen, so bemerkt man feinste Cylinderchen in einer homogenen Masse liegend, so als wären diess feinste Poren, die das Kalkgerüste in unendlicher Anzahl durchdringen. Diese Cylinderchen sind durch allmähligen Aufbau schichtweise übereinander gestellt oder verlängert, so dass im Längsschnitte etwas dunklere, feinwellige Streifchen sichtbar werden, die ein moirirtes Aussehen hervorrufen. Schon bei der zuerst erwähnten versteinerten Koralle habe ich feine Röhrchen erwähnt, welche die Kalkwandungen durchziehen. Hier bei diesem Poriten stellen sie sich nun in unendlicher Menge ein, und durchschwärmen die Kalkmasse nach allen Richtungen. Sie besitzen constant zweierlei Grössen. Die grösseren sind mehr gekrümmt, die kleineren dagegen oft nadelförmig gradgestreckt, meist einfach, doch auch hier und da zerzweigt. Beide sind entweder leer oder mit einer bräunlichen körnigen Substanz ausgefüllt. Wegen ihres unregelmässigen, nach allen Richtungen hin gewendeten Verlaufs kann man nicht annehmen, dass sie in einem organischen Zusammenhange mit dem Korallenskelette stehen, vielmehr ist es wahrscheinlich, dass sie von das Kalkgerüste durchbohrenden Schmarotzern herrühren. Wegen ihrer Häufigkeit scheinen sie nicht unwesentlich dazu beizutragen, das Durchdringen von Wasser zu vermitteln und dadurch den Versteinerungsprocess zu fördern.

Sitzung vom 4. März 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Wilhelm von Bezold hielt einen Vortrag über „Eine neue Methode der Farbenmischung".

Bekanntlich war es Helmholtz, welcher zuerst erkannte, dass zwischen der Mischung von Farben und jener von Farbstoffen ein wesentlicher Unterschied besteht.

Er zeigte, dass die Farbe, welche man durch das Vermengen von zwei oder mehreren Pigmenten erhält, sich oft ganz beträchtlich von jener unterscheidet, die man wahrnimmt, wenn man das von den betreffenden Pigmenten herrührende oder ihnen entsprechende Licht gleichzeitig auf die nämliche Netzhautstelle wirken lässt.

Man musste desshalb zur Erreichung des letzteren Zieles besondere Methoden ersinnen, die sich im Grunde genommen sämmtlich in die folgenden drei Gruppen einreihen lassen:

Man bringt entweder verschiedene Stellen verschiedener Spectra zur Deckung, oder man lässt von der Vorderfläche einer ebenen unbelegten Glasplatte das Bild einer gefärbten Fläche reflectiren, während man zugleich durch die Platte nach einer andersfarbigen Fläche blickt, oder man benutzt endlich noch die Nachwirkung des Lichteindruckes, indem

man Scheiben, die mit verschiedenfarbigen Sectoren versehen sind, in rasche Rotation versetzt.

So trefflich diese Methoden sind, um das Gesetz der Farbenmischung zu studiren, so ist doch keine von ihnen recht geeignet, um eine dieses Gesetz versinnlichende Farbentafel in wirklichen Farbstoffen auszuführen.

Zwar kann man mit Hülfe des Farbenkreisels die Lösung dieser Aufgabe versuchen, aber nur mit viel Mühe und mit grossem Zeitaufwande. Hat man z. B. die beiden Hälften der rotirenden Scheibe mit zwei verschiedenen Farben bemalt, so kann man nach längerem Probiren sehr wohl die Farbe ausfindig machen, welche man etwa auf einer kleineren centralen Scheibe aufzutragen hat, damit das Ganze bei gemeinschaftlicher Rotation vollkommen einfarbig erscheine. Alsdann hat man auf der kleinen Scheibe die wahre Mischfarbe aus den beiden anderen. Diese Methode ist jedoch äusserst umständlich und zeitraubend, da man bei jeder einzelnen Probe die kleine Scheibe abnehmen, ihre Farbe corrigiren, sie alsdann wiederum anbringen und den Kreisel abermals in Bewegung setzen muss, um sich von dem Erfolge der vorgenommenen Aenderung zu überzeugen.

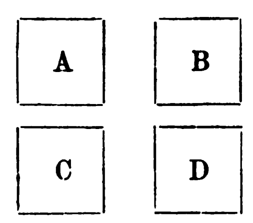
Ueberdies erfordern die Versuche mit dem Farbenkreisel viel Sorgfalt und genaue Bekanntschaft mit derartigen Experimenten, wenn Irrthümer in Folge von Contrastwirkungen oder mangelhafter Beleuchtung ausgeschlossen sein sollen.

Diese Uebelstände sind bei der Methode vermieden, welche hier beschrieben werden soll. Sie gestattet, die wahre Mischfarbe zweier Farben durch Farbstoffe wiederzugeben ohne irgend grössere Schwierigkeiten darzubieten, als jene sind, welche man bei dem Copiren irgend einer beliebigen Farbe zu überwinden hat.

Man erreicht dieses Ziel durch die folgende Vorrichtung:

Das eine (untere) Ende eines innen geschwärzten Rohres ist mit einer gleichfalls auf der Innenseite geschwärzten

Platte verschlossen. Diese Platte hat vier gleich grosse quadratische Oeffnungen, welche in den Ecken eines Rechteckes liegen, wie durch das folgende Schema versinnlicht wird.

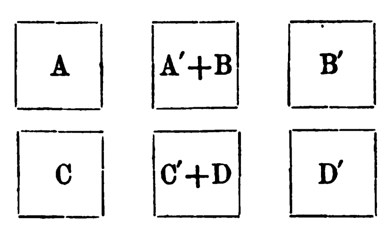


Am anderen Ende des Rohres in einem besonderen Auszugsrohre befindet sich ein achromatisirtes Kalkspath-Prisma, das so orientirt wird, dass seine brechende Kante der schmäleren Seite des aus den vier Quadraten gebildeten Rechteckes parallel zu liegen kommt.

Alsdann erblickt man durch dieses Prisma im Allgemeinen jedes der Quadrate verdoppelt, mithin acht Quadrate, von denen bei passender Wahl der Dimensionen die vier mittleren paarweise zur Deckung kommen, so dass man schliesslich nur mehr sechs Quadrate vor sich sieht.

Bezeichnet man die beiden von jedem Quadrate mit Hülfe des Prisma's entworfenen Bilder durch A und A', B und B' u. s. w., so kommen bei richtigem Abstande von Prisma und Platte A' mit B und C' und D zur Deckung.

Das folgende Schema macht dies anschaulich:



Bringt man nun unter A und B zwei verschieden gefärbte Flächen an, so zeigt das mittlere der drei in oberster

Reihe stehenden Quadrate die Mischfarbe aus beiden, während man in A und B′ die Componenten vor sich hat.

Sucht man nun jene Farbe, welche man unter C und D zu legen hat, damit die beiden mittleren Quadrate d. h. $A' + B$ und $C' + D$ genau gleich gefärbt erscheinen, so ist jene dritte Farbe eben die Mischfarbe aus beiden.

Stimmen die beiden mittleren Quadrate in der Farbe noch nicht ganz genau mit einander überein, so ist es für jemanden, der einigermassen mit dem Pinsel umzugehen versteht im Allgemeinen nicht sehr schwer, die vollkommene Uebereinstimmung herbeizuführen.

Die Helligkeit der auf diese Weise erzielten Mischfarbe ist das arithmetische Mittel aus den Helligkeiten der beiden Componenten.

Bezeichnet man die Intensitäten der beiden unter A und B liegenden Farben durch J_a und J_b und jene der unter C und D befindlichen Mischfarbe durch J so ist

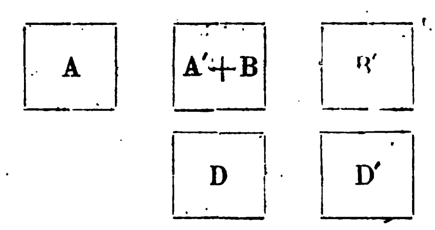
$$2J = J_a + J_b$$

$$\text{oder } J = \frac{J_a + J_b}{2}$$

Man erhält demnach genau dieselbe Farbe sowohl in Ton als in Helligkeit, welche der Farbenkreisel zeigt, wenn man die beiden Hälften der rotirenden Scheibe mit den unter A und B liegenden Farben bemalt hat.

Ebenso leicht lässt sich die Mischfarbe mit der Helligkeit $J' = 2J$ herstellen, d. h. jene Farbe, welche man in dem oberen mittleren Quadrate direct vor sich sieht.

Man braucht nämlich nur das eine der Quadrate C oder D durch einen darunter angebrachten undurchsichtigen Schieber zu verschliessen. Dann sieht man nur mehr 5 Quadrate, wie beistehendes Schema zeigt:



Hat man nun in D die gleiche Farbe wie in A′+B, so ist dies eben die Mischfarbe wie sie durch Uebereinanderlagerung der Farben A und B entsteht und dann ist

$$J_d = J_a + J_b$$

Die eben erwähnten Schieber gestatten auch vortrefflich den Nachweis, dass die bei geöffneten Schiebern im mittleren Felde erscheinende Farbe thatsächlich aus den seitlich sichtbaren zusammengesetzt ist. Man braucht nämlich nur die beiden zu mischenden Farben unter den verschliessbaren Oeffnungen anzubringen und bald die eine bald die andere wirklich zu verschliessen, so sieht man wie das mittlere Quadrat bald die eine bald die andere Farbe zeigt.

Auf den ersten Blick könnte man vielleicht glauben, dass dieser Apparat, den man etwa Mixoskop (abgekürzt aus Mixochromoskop) nennen könnte, dem Farbenkreisel nachstünde, da man nicht wie dort im Stande ist, das Mischungsverhältniss der beiden Componenten beliebig zu verändern. Durch Anbringung eines Nicols und einer Gradtheilung über dem Kalkspathprisma wäre dieser Mangel leicht zu beseitigen. Da nämlich die beiden Bilder, welche sich in den mittleren Quadraten über einander lagern in aufeinander senkrechten Ebenen polarisirt sind, so kommen die beiden Componenten nur dann in ihrem ursprünglichen Intensitätsverhältnisse zur Geltung, wenn die Polarisationsebene des Nicols einer der Diagonalen der Quadrate parallel ist. Bei jeder anderen Orientirung des Nicols wird dieses

Verhältniss ein anderes, durch Ablesung am Gradbogen leicht bestimmbares.

Den Zweck, den ich bei Construction dieses Apparates eigentlich verfolgte, nämlich die Herstellung einer wirklichen Farbentafel, lässt sich jedoch ohne diese Complication ebenso gut erreichen. Da man nämlich in diesem Falle doch Scalen von Mischfarben effectiv ausführen muss, so ist es ganz gleichgültig ob man die Zwischenstufen dadurch erzielt, dass man die Intensitäten der Componenten durch physikalische Hülfsmittel verändert oder durch allmäliges Weiterschreiten von einer Zwischenstufe zur anderen.

Man kann zu dem Ende verschiedene Wege einschlagen.

Man kann z. B. bei festgehaltenem Farbentone und constanter Reinheit nur die Helligkeit successive verändern.

D. h. man kann zuerst jene Reihen von Farben herstellen, welche bei Repräsentation des Farbensystemes durch einen Kegel auf Gerade zu liegen kämen, die durch die Kegelspitze führen.

Zur Herstellung solcher Scalen, bei denen die Helligkeit das allein wechselnde Element ist, eignet sich der Apparat in hohem Grade.

Auf der inneren Seite der die Quadrate tragenden Platte ist nämlich die Helligkeit nahezu gleich Null, wie man leicht sieht, wenn man ein Stück tief schwarzen Sammtes oder ähnliche Körper an die Stelle der gefärbten Flächen bringt, die sämmtlich nun grau erscheinen. Man drückt demnach durch Schliessen einer Oeffnung die Helligkeit des mittleren Quadrates nahezu auf die Hälfte von jener herab, welche dieses Quadrat zeigte, wenn beide Oeffnungen frei und unter beiden die nämliche Farbe angebracht war.

Schliesst man nun C und bringt man dann unter A und B eine Fläche von solcher Beschaffenheit, dass das mittlere Quadrat A′+B dem darunter befindlichen D vollkommen gleich scheint, so muss die unter D befindliche

Fläche die doppelte Helligkeit besitzen, während Ton und Helligkeit die nämlichen sind.

Nimmt man nun $J_a = J_b = J$ als Ausgangspunkt so ist

$$J_d = 2J = J'$$

Macht man nun $J_a = 2J$ und $J_b = J$ so wird der neue Werth von

$$J_d = 3J = J''$$

Indem man sowohl $J_a = 2J$ als auch $J_b = 2J$ wählt erhält man

$$J''' = 4J\,,$$

ein Resultat, zu welchem man auch durch Combination von J' und J'' gelangen kann, so dass man gleich ein Mittel hat um sich von der Richtigkeit der früher gewonnenen Resultate zu überzeugen.

In vollkommen analoger Weise kann man verfahren, um zwischen zwei ganz beliebigen Farben die intermidiären Farben zu finden.

Dieser Apparat gestattet demnach besser als irgend eines der bisher bekannten Hülfsmittel, eine richtige Farbentafel oder einen Farbenkegel in wirklichen Pigmenten auszuführen[1].

---

1) Der Apparat wird in sehr schöner Ausführung in dem physikalisch-mechanischen Institut von M. Th. Edelmann in München um den Preis von 130 Rmk. angefertigt.

Oeffentliche Sitzung der k. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 117. Stiftungstages

am 28. März 1876.

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe Herr von Kobell las nachstehende Nekrologe:

Carl Johann August Theodor Scheerer.

Geb. am 28. August 1813 zu Berlin.
Gest. am 19. Juli 1875 zu Dresden.

Scheerer machte seine Fachstudien in Mineralogie, Chemie und Metallurgie an der Freiberger-Bergakademie 1830—1832 und an der Berliner-Universität 1832—33 und wurde dann als Hüttentechniker auf dem Blaufarbenwerk des Herrn Beneke zu Grodizberg bei Modum in Norwegen angestellt, wo er später, bis 1839, das Amt eines Hüttenmeisters verwaltete. Hierauf doctorirte er in Berlin und erhielt 1841 eine Professur für Mineralogie, Metallurgie, Probirkunst und Bergfabrikslehre an der Universität zu Christiania. 1847 kehrte er nach Freiberg zurück und erhielt 1848 eine Professur für Chemie und Eisenhüttenkunde, welche er bis 1872 ausgeübt hat. Seine Vorträge über Eisenhüttenkunde erwarben ihm einen ausgezeichneten Namen und sein Lehrbuch darüber, 2 Bände 1848, gilt als die

erste strengwissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes. Er hat über 100 Abhandlungen publicirt und auf zahlreiche Analysen hin die Theorie des polymeren Isomorphismus (1846) aufgestellt und eine eigenthümliche Art des Pseudomorphismus unterschieden, welche er Paramorphismus nennt. (Der Paramorphismus etc. Braunschweig 1854.) An die Lehre vom Paramorphismus schloss er eine Theorie über die Entstehung plutonischer Gesteine und die Bildung gewisser ihrer Gemengtheile an. Er weist darauf hin, dass die Hauptagentien der Urzeit, Wärme, Wasser und Druck dabei zugleich theilgenommen haben.

Die Theorie des polymeren Isomorphismus hat mehrfachen Widerspruch hervorgerufen, die Vertheidigung Scheerers zeigt, dass er den Gegenstand wohl durchdacht habe, er weiss die schwachen Seiten der Gegner überall zu finden und nicht selten äussert er sich dabei in humoristischer Weise. So sagt er über Bischof's Ansicht des in vielen Silicaten durch Infiltration eingeführten Wassers, welches er, Scheerer, als ursprünglich bezeichnet, es sei zu bedauern, dass Bischof mit dem wunderthätigen Wasser kein Maass zu halten wisse. „Durch die Macht seines Geistes, sagt er, fingen die Quellen an zu sprudeln; allein es scheint fast, als stehe ihm, wie Göthe's Zauberlehrling, der Spruch für ihr rechtzeitiges Versiegen nicht zu Gebote." — Für die erwähnte Theorie hat er namentlich ausführliche Untersuchungen über den Wassergehalt vieler Silicate angestellt und denselben als wesentlich in zahlreichen Fällen erkannt, wo ein solcher früher als zufällig angesehen wurde, so beim Epidot, Vesuvian, bei den Glimmern etc.

Diese Untersuchungen verband er mit Beobachtungen des Vorkommens der besprochenen Species und mit Speculationen über ihre Entstehung, namentlich in Beziehung auf Gleichzeitigkeit. Das chemisch gebundene Wasser und der Paramorphismus wurden von ihm auch für gemengte

Felsarten im Auge gehalten, so bei einer ausgedehnten Arbeit über die Gneusse des Sächsischen Erzgebirges und verwandte Gesteine und über die krystallinischen Gesteine des Fassathales und benachbarter Gegenden Tyrols. Er konnte danach Gesteinsklassen aufstellen, in welche sich die verschiedenen Gneusse, Granite, Porphyre, Syenite etc. einreihen liessen und er charakterisirt diese Klassen durch den procentalen Gehalt der Kieselerde und deren Sauerstoffverhältniss zu den Basen.

Die Gesteine des Fassathales, seine Melaphyre und Augitporphyre klassificirt er als Vulkanite, ähnlich wie seine sog. Plutonite der sächsischen Gneusse. Eine besondere Abhandlung ist den chemischen und physischen Veränderungen krystallinischer Silicatgesteine durch Naturprocesse gewidmet (Giessen 1863), in welcher er einen Wassergehalt nicht als von Zersetzung herrührend bezeichnet und darthut, dass für gewisse jener Gesteine der chemische Charakter sich vielleicht seit ihrer Entstehung constant erhalten habe. —

Gelegenheitlich dieser Arbeiten hat sich Scheerer lebhaft an dem Streit über die Zusammensetzung der Kieselerde betheiligt, die er mit Beziehung auf den polymeren Isomorphismus den neueren Ansichten entgegen als aus 1 Mischungsgewicht Silicium und 3 Mischungsgewichte Sauerstoff angenommen hat.

Bei der 100jährigen Festfeier der Freiberger-Bergakademie publicirte Scheerer mehrere Abhandlungen, so über das bergmännische Studium; über die chemische Constitution der Plutonite (mit zahlreichen Analysen) über die Fortschritte der Chemie in den Gebieten der Metallurgie, Mineralogie und Geologie während des letzten Jahrhunderts und die Schrift „Theorie und Praxis in Kunst und Wissenschaft, wie im Menschenleben" (Freiberg 1867). Diese Schrift ist reich an philosophischen Betrachtungen und humoristischen Bemerkungen. Sie verbreitet sich unter

andern auch über die Theorie nnd Praxis als Ausdruck des Volkscharakters und bespricht in dieser Beziehung die Engländer als ein von Praxis ganz durchdrungenes und in Technik hartgesottenes Volk, welches mit der Frage What is the use of it? wenig Raum und Gefühl für Theorie hat, den ähnlichen Charakter der Nordamerikaner und der Holländer, den vorzugsweise philosophirenden und theoretisirenden der Deutschen, und weiter die Franzosen, Belgier, Russen, Skandinavier etc. mit Excursen auf den Charakter der Sprache, auf ihre Leistungen in Wissenschaft und Poesie.

Scheerer war mit einem hellen Blick begabt, frei von sogenannten Gelehrten-Pedanterien und er freute sich der Natur, die ihn wissenschaftlich beschäftigte, auch in der Poesie, die sie bietet. Er äussert sich über die Einseitigkeit mancher Forscher in einem Briefe an mich mit sarkastischer Laune „Diese Natur-Hämorrhoidarier, welche in der Natur wie in einem Bureau hocken und sich den frohen Blick nach aussen durch inhaltsarme Aktenstücke borniren, könnten mir zuweilen das Naturforschen fast verleiden. Im Süden Deutschlands ist diese Forscher-Race glücklicherweise nicht so verbreitet wie im Norden etc.

Von seinen vielen wissenschaftlichen Arbeiten suchte er sich denn auch auf Reisen zu erholen und die Naturschönheiten der Schweiz und Italiens zogen ihn vorzugsweise an. Seiner Stimmung gab er in mehreren Gedichten Ausdruck, die ebenso feines Gefühl als derben Humor bekunden.

Scheerer ist durch eine Reihe von Diplomen gelehrter Gesellschaften ausgezeichnet worden; dergleichen von Moskau, Paris, Upsala, Göttingen, Leipzig, Wien, Florenz etc. Er war Ritter des Norweg'schen St. Olaf-Ordens, Comthur des Russischen Stanislaus-Ordens und Officier des Brasilianischen Rosen-Ordens. Sein Andenken wird in der Wissenschaft wie unter seinen Freunden fortleben.

Charles Wheatstone.

Geb. 1802 in Gloucester.
Gest. am 19. Okt. 1875 zu Paris.

Ursprünglich Verfertiger musikalischer Instrumente in London, später 1834 Professor der Physik am Kings-College daselbst, lebte Wheatstone längere Zeit als Privatmann. Zu seinen frühesten Studien gehören mehrere über die sogenannten Klangfiguren (1825), deren er eine neue Art durch sein Kaleidophon beobachtete. Er construirte auch ein Instrument, Mikrophon, um schwache Töne von festen Körpern hörbarer zu machen und zeigte wie mittelst eines Metalldrathes musikalische Töne von einem Instrument auf ein anderes übertragen werden können. — Er ist der Erfinder des Stereoskops. Seinen genialen Constructionen von Apparaten verdankt man die Messung der Geschwindigkeit des electrischen Stromes und der Dauer des electrischen Funkens. Die Geschwindigkeit ergab sich grösser als die des Lichtes der Jupiters-Trabanten. Damit war die Electricität als ein Mittel zur Telegraphie gekennzeichnet, dem kein anderes gleichzustellen und die galvanische Electricität hat dann dazu noch wesentliche Vortheile geboten. Für seine Maassbestimmungen des galvanischen Stromes wurde Wheatstone von der königl. Societät in London durch Zuerkennung ihrer Medaille ausgezeichnet.

Durch einen, von Baron Schilling von Canstatt construirten electromagnetischen Telegraphen, über welchen ein Engländer W. F. Cooke, der den Apparat bei Munke in Heidelberg gesehen hatte, Wheatstone Mittheilung machte, wurde er auf das Telegraphenwesen aufmerksam und nahm 1837 mit Cooke ein Patent auf einen für practische Anwendung geeigneten electrischen Telegraphen, mit welchem dann am Londoner Bahnhof der Nordwestbahn die ersten Versuche gemacht wurden. Bekanntlich gehört

die Priorität der Idee der electrischen Telegraphie Sömmering an und eine practische Ausführung war schon etwas früher, als die Wheatstone'sche, mit Benützung der Beobachtungen von Gauss und Weber hier in München versuchsweise durch Steinheil gemacht worden, welcher dann durch Anwendung der Erdleitung das Fundament der gegenwärtigen Telegraphie begründete. —

Wheatstone war Mitglied der Royal Society zu London.

Dr. Anton Schrötter, Ritter von Kristelli.

Geb. 1802 am 26. Nov. zu Olmütz.
Gest. 1875 am 15. April zu Wien.

Anfangs Adjunkt und Supplent an der Universität in Wien, wurde er zum Professor der Chemie am Johanneum in Graz promovirt und kam weiter als solcher an das polytechnische Institut in Wien.

Schrötter hat in der unorganischen wie in der organischen Chemie zahlreiche Arbeiten geliefert und interessante neue Verbindungen entdeckt. Indem er den Temperaturverhältnissen und ihrem Einflusse auf chemische Reactionen besondere Aufmerksamkeit schenkte, untersuchte er das Verhalten von Metallen und Metalloxyden, wenn sie in Ammoniakgas erhitzt werden und erkannte die Bildung von Stickstoffkupfer und Stickstoffchrom, welche nur bei einem gewissen niederen Wärmegrad existiren können. Er untersuchte weiter die Amidverbindungen des Quecksilbers. Eine Reihe von Untersuchungen hat er mit dem Phosphor und seinen Verbindungen angestellt, wobei er (1848) den von ihm sogenannten rothen Phosphor, entdeckte, eine sehr merkwürdige Modification dieses Elements, welche für sich nicht so leicht entzündlich und nicht giftig ist, wie der

gewöhnliche Phosphor und bei Verwendung in den Fabriken der Streichzündhölzer die Gefahren für die Gesundheit der Arbeiter beseitigt hat, welche die Anwendung des gewöhnlichen Phosphors mit sich brachten. Die Pariser Akademie hat ihn für diese Entdeckung mit Verleihung des Monthyon-Preises ausgezeichnet. Er hat 12 Verbindungen des Phosphors mit verschiedenen Metallen, Palladium, Platin, Nickel, Kobalt, Kupfer, Eisen etc. dargestellt und für ihre Mischung die chemische Formel bestimmt; er schrieb auch über das Leuchten des Phosphors und bestimmte sein Atomgewicht, ebenso das des Selens. —

Die Lithionglimmer haben ihn vielfach beschäftigt zur Darstellung des Lithion, Rubidium, Cäsium und Thallium im Grossen und er hat gezeigt, dass von 1000 Centnern des mineralischen Materials gegen 78 Centner kohlensaures Lithion, 6½ Centner cäsiumhaltiges Rubidiumchlorid und 6 Pfund Thallium gewonnen werden können. Aehnliche seiner Untersuchungen betreffen die Darstellung des Indiums aus Zinkblenden.

Er hat die Braun- und Steinkohlen Oesterreichs analysirt und ihren technischen Werth bestimmt; die daraus darstellbaren Harze, das Idrialin, das Vorkommen des Ozons im Flussspath von Wölsendorf, die Chromoxydsalze und vieles Andere zog er in den Kreis seiner Arbeiten.

S c h r ö t t e r hat sich überall den Ruf eines ausgezeichneten Chemikers erworben. Im Jahre 1851 hat ihn die Akademie der Wissenschaften in Wien zu ihrem Secretär ernannt. Er bekleidete zuletzt die Stelle eines Directors der Wiener Münze. —

Adolph Theodor Brongniart.

Geb. 1801 am 14. Januar zu Paris.
Gest. 1876 am 19. Februar ebenda.

Adolph Brongniart war der Sohn des Geologen Alexander Brongniart, welcher sich durch seine geologische Beschreibung der Umgegend von Paris, durch seine Charakteristik und Classification der Felsarten u. a. einen hervorragenden Namen erworben und die Porcellanfabrik zu Sèvres, deren Director er war, zu hoher Ausbildung gebracht hat. Der Sohn gewann vom Vater die Liebe zu den geologischen Wissenschaften und ergänzte diese durch seine Forschungen über die urweltlichen Pflanzen. Die Arbeiten von Fr. v. Schlottheim und vom Grafen Kaspar von Sternberg hatten die Studien über die fossilen Pflanzen zuerst in das Gebiet der Geologie eingeführt und ihre Wichtigkeit dargethan. Ad. Brongniart erweiterte diese Studien und publicirte 1828—47 seine Histoire des végétaux fossiles, ein Werk, in welchem er die Pflanzenreste der verschiedenen geognostischen Formationen systematisch zur Uebersicht brachte. Er bezog sich dabei auf die 4 Formationsgruppen, welche sein Vater aufgestellt hatte, das sog. Uebergangsgebirg mit Inbegriff des Steinkohlengebirges, dann die Formation des bunten Sandsteins, die des Muschelkalkes bis zur Kreide und die tertiären Formationen. Später hat er nur 3 Formationen festgestellt und die Formation der Kreide mit den jüngeren in Verband gebracht. Indem er aus dem Charakter der fossilen Pflanzen auf die climatischen Verhältnisse jener Perioden schloss, gelangte er zu vielen interessanten Betrachtungen, namentlich über den Kohlensäure-Gehalt der Atmosphäre, deren Temperatur und Feuchtigkeitszustand. Damit ergab sich der Grund des in den jüngeren Perioden mehr und mehr zahlreichen Auftretens der Landthiere, sowie das Fehlen solcher in den

älteren. Es wird eine fortschreitende Ausdehnung des trockenen Landes, Herabsinken der Temperatur und Minderung der atmosphärischen Kohlensäure erkannt, wie auch in den jüngeren Formationen Näherung und Uebergang der organischen Welt an ihren Zustand in der historischen Zeit.

Ad. Brongniart hat eine Menge Detailstudien über die Pflanzen der Urzeit mitgetheilt, welche Zeugniss von seinem Forschungseifer geben, so in den Abhandlungen über fossile Coniferen der Insel Iliodroma in Nordgriechenland, über die versteinerten Lykopodiaceen-Stämme von Autun, über Lepidodendron und seine Verwandtschaft, über die Structur der Sigillaria elegans u. a.

Im Jahre 1849 hat er die früheren Arbeiten in einer eingehenden Abhandlung über fossile Pflanzen im Allgemeinen und ihr Vorkommen weiter geführt. Belege zu seinen Studien hat er in einer ausgezeichneten Sammlung im Jardin des Plantes aufgestellt. —

Ad. Brongniart war Professor der Botanik am Collège de France und am Musée d'histoire naturelle zu Paris und seit 1834 Mitglied der Akademie der Wissenschaften daselbst.

Dr. Heinrich, Hermann Hlasiwetz.

Geb. am 7. April 1825 zu Reichenberg in Böhmen.
Gest. am 8. Oktober 1875 in Wien.

Hlasiwetz studirte in Jena und es waren Döbereiner und Wakenroder, die ihn für das Fach der Chemie anregten, in welchem er sich später mit Auszeichnung hervorthat. Er widmete sich dem Lehramte, wurde zuerst Assistent der Chemie in Prag und kam 1851 als Professor der Chemie an die Universität nach Innsbruck. Weiter erhielt er Schrötter's Stelle am Polytechnikum in Wien und wurde dann an Redtenbacher's Stelle an die Universität daselbst berufen.

Hlasiwetz hat die organische Chemie, die er zum Felde seiner Forschungen gewählt, in vielfacher Weise bereichert. Schon seine erste Arbeit über das Assafödita-Oel bewährt den sorgfältigen und umsichtigen Forscher. Er untersuchte auf's genaueste das chemische Verhalten des Oels und seine Verbindungen, sowie das Harz desselben und die mannigfaltigen Producte seiner trockenen Destillation. Ebenso eingehend sind seine Untersuchungen über die Einwirkung von Schwefelkohlenstoff und Ammoniak auf Aceton, seine Arbeiten über das Chinchonin und dessen Salze, über das Senföl, über die Rinde von China nova, seine Säure und Destillationsproducte, über die Identität der Rubiniasäure mit Asparagin, der Rutinsäure mit Quercitrin, der Achilleasäure mit Aconitsäure, über Phloretin und Phloretinsäure und über Verbindungen des Harnstoffs mit organischen Säuren. Er hat eine Reihe krystallisirter Verbindungen der Xanthinsäure mit Metallen beschrieben, mit Arsen, Antimon, Wismuth, Zinn, Quecksilber, Chrom, Kobalt und Nickel. Andere Untersuchungen betreffen die Bestimmung des Kohlensäuregehalts der atmosphärischen Luft, Analysen der Mineralwässer von Obladis in Tyrol und von del Francò zu Recoaro bei Vicenza u. a.

Mehrere Arbeiten hat er mit Rochleder und mit seinen Schülern, Barth, v. Gilm, Grabowski, Malni und Pfaundler ausgeführt.

Hlasiwetz war als Forscher wie als Lehrer eine hervorragende Kraft und ging mit unermüdlichem Eifer an die Lösung der vielen Aufgaben, die er sich gestellt hatte. —

Die Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien hat ihn 1861 zum correspondirenden Mitgliede gewählt und unsere Akademie als solches im Jahre 1870.

Dr. Maurus Ignatius Weber.

Geb. zu Landshut am 19. Juli 1795.
Gest. zu Bonn am 29. Juli 1875.

Weber, der Sohn des Buchhändlers Anton Weber in Landshut, machte daselbst seine ersten Studien, absolvirte das Gymnasium und besuchte die Universität, wo er Medicin studirte und speciell die Anatomie des Menschen. Sein erfolgreicher Fleiss, sowie seine geistigen Fähigkeiten erwarben ihm die Liebe und Achtung seiner Lehrer und Philipp von Walther wählte ihn bevorzugend zu seinem Assistenten. Seine Arbeiten im Gebiete der Anatomie und Physiologie datiren von 1820, wo er seine Grundlinien der Osteologie des Menschen und der Hausthiere herausgab. Es folgte dann das Werk „Die Skelette der Haussäugethiere und Hausvögel, sein Handbuch der vergleichenden Osteologie, die Zergliederungskunst des menschlichen Körpers". Im Jahre 1830 wurde er Professor der Anatomie zu Bonn und publicirte ein Werk über die Urformen der Schädel und Becken, welches in England grosse Anerkennung fand und ebenso von Alexander von Humbold. Ein berühmtes Werk war ferner sein Anatomischer Atlas des menschlichen Körpers in natürlicher Grösse. Die letztgenannten Werke bezeichnet er selbst gelegentlich als seine Hauptwerke und daneben die Gründung seiner Beckenlehre, die vor ihm keinen Bearbeiter gefunden, sowie den Nachweis der Conformität zwischen Kopf und Becken. — Ausser vielen Abhandlungen, womit er die Wissenschaft bereicherte, hat er auch ein Handbuch der Anatomie (1839—1842) in 2 Bänden herausgegeben.

Weber wurde durch mehrere Orden ausgezeichnet und zum geheimen Medicinalrath ernannt. Zwei seiner Söhne, Eduard und Gustav, haben mit gleichen Studien ihre Namen dem des Vaters würdig angereiht. 1849 wurde er zum correspondirenden Mitglied unserer Akademie ernannt.

Heinrich Ludwig d'Arrest.

Geb. 1822 am 13. Juli zu Berlin.
Gest. 1875 am 14. Juni in Kopenhagen.

d'Arrest war anfangs Rechner auf der Berliner-Sternwarte, wo er einige Zeit an den Beobachtungen des berühmten Encke theilnahm. Er kam dann als Adjunct und Observator an die Sternwarte zu Leipzig. Daselbst publicirte er (1851) zur Habilitation in der philosophischen Facultät der Universität die Abhandlung „Ueber das System der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter", wo er die eingreifenden und isolirt stehenden Bahnen der Hygiea, Ceres, Parthenope, Pallas, Flora und Iris etc. zusammenstellte. Er wurde nun Professor extraord. an der Universität zu Leipzig und später als Director der Sternwarte nach Kopenhagen berufen. d'Arrest hat über 100 Abhandlungen publicirt, deren viele in den Astronomischen Nachrichten und in den Schriften der Leipziger Akademie abgedruckt sind. Es erweist sich damit seine Thätigkeit als Astronom und als Mathematiker. In ersterer Richtung sind seine grösseren Untersuchungen über die Nebelflecken und Sternhaufen zu nennen, in der letzteren namentlich verschiedene Aufsätze über Projectionslehre und sphärische Kegelschnitte. Am bekanntesten ist er durch seine Arbeiten über die Cometen geworden, über die Gruppirung der periodischen Cometen, über die Bahn des Bruhn'schen Cometen, über den Colla'schen und die Cometen von Peters, Hemke, Brorsen, Graham, Schweizer, Pons u. a. Er war auch 1851 der Entdecker und Berechner eines der wenigen bisher bekannten periodischen Cometen, der seitdem allgemein nach ihm benannt wird und 1862 entdeckte er den kleinen Planeten Freia. —

Die Astronomische Gesellschaft in London hat ihn durch Zuerkennung ihrer goldenen Medaille ausgezeichnet.

Dr. Friedrich Julius Richelot.

Geb. 1808 am 6. November zu Königsberg.
Gest. 1875 am 1. April ebenda.

Richelot begann seine gelehrte Laufbahn in Königsberg, wo er 1831 als Privatdocent, 1832 und 1844 als extraord. und ordin. Professor der Mathematik an der Universität lehrte. Richelot hat sich durch zahlreiche Arbeiten, besonders in der Theorie der elliptischen und speciell der Abelianischen Integrale, ihrer Eigenschaften und Transformation bekannt gemacht und die Differentialgleichungen des Jakobi'schen Systems erweitert. Einige der betreffenden Abhandlungen in Crelle's Journal sind:

De integralibus Abelianis primi ordinis comment. prima (1834).

De transformatione integralium Abelianorum primi ordinis comment. (1837).

Nova theoremata de functionum Abelianarum cujusque ordinis valoribus etc. (1845).

Ueber die Substitutionen von der ersten Ordnung und die Umformung der elliptischen Integrale in die Normalform (1847).

Ueber die auf wiederholten Transformationen beruhende Berechnung der ultraelliptischen Transcendenten etc.

Nach dem Urtheil v. Steinheil's gehörte Richelot neben Dirichlet zu den hervorragendsten Analytikern. Eine vollständige Angabe seiner Schriften findet sich in dem Catalogue of Scientific Papers. Vol. V. 1871.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen. 1874. 8.

Vom Verein für Erdkunde in Dresden:

XII. Jahresbericht. 1875. 8.

Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1870 u. 1871. XXVI. u. XXVII. Jahrgang. 1875. 8.

Von der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a M.:

Bericht 1873—74. 8.

Von der Sternwarte in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. Jahrgang XII. 1875. 4.

Von der medicinischen Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen aus dem Gesellschaftsjahre 1874/75. Bd. VI. 1875. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1875. 8.

Von der fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft in Leipzig:

Preisschriften. XVIII. A. Wangerin, Reduction der Potentialgleichung für gewisse Rotationskörper. 1875. 4.

Von der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. Jahrg. 14. u. 15. 1873 - 74. 4.

Von der Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tome XXIV. 1874/75 4.

Vom botanischen Garten in St. Petersburg:

Trudi. (Arbeiten.) Tom. III. Heft 2. 1875. 8.

Von der University Biological Association in Dublin:

Proceedings. Vol. I. Session 1874/75. 8.

Von der Geological Survey of India in Calcutta:

a) Memoirs. Palaeontologia Indica. 1874. 4.
b) Memoirs. Vol. XI. 1873/74. 8.
c) Records. Vol. VII. 1874. 8.

Von der Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Vol. I. 1875. 8.

Vom Observatorio de marina de San Fernando in Cadix:

a) Anales. 2. Seccion. Observaciones meteorologicas. Anno 1874. Fol.
b) Almanaque Nautico para 1877. Barcelona 1876. 8.

Von der schwedischen Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

a) Meteorologiska Jakttagelser. Bd. 12—14. 1870—72. 4.
b) Icones selectae Hymenomycetum nondum delineatorum. auct. Fries. Heft VII—X s. a. folio.

Von der k. norwegischen Akademie der Wissenschaften in Christiania:

a) Enumeratio insectorum Norvegicorum. Fasc. I. II. auctore H. Siebke 1874-75. 8.
b) Transfusion und Plethora von Jakob Worm Müller 1875. 8.
c) Die Pflanzenwelt Norwegens von F. C. Schübeler. Specieller Theil. 1875. 4.
d) Om Skuringsmaerker, Glacialformationen, terrasser og strandlinier. II. Af. Theodor Kjerulf. 1873. 4.
e) On some remarkable Forms of animal Life. II. By G. O. Sars. 1875. 4.
f) Jaettegryder og gamle Strandlinier i fast klippe, af S. A. Sexe. 1874. 4.

Von der American Geographical Society in New-York:

Journal. 1873. Vol. IV. 1874. 8.

Von der Société hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tom. X. La Haye 1875. 8.

Vom k. meteorologischen Instituut in Utrecht:

a) Meteorologisch Jaarbock voor 1874. 26. Jaargang 1875. 4.
b) Les courants de la mer et de l'atmosphère par Buijs-Ballot. Bruges s. a. 8.

Vom kgl. Instituut voor de Taal-, Land- en Volkenkunde van Neederlandsch Indië in Gravenhage:

Reistochten naar de Geelvinkbaai op Nieuw-Guinea in de jaren 1869 en 1870 doov C. B. H. v. Rosenberg. 1875. 4.

Vom Museo publico in Buenos Aires:

a) Anales. Entrega 12. 1870—74. Fol.
b) Boletin de la Academia nacional de ciencias exactas existente en la Universidad de Cordova. Entrega IV. 1875. 8.

Von der Société Royale des Sciences in Upsala:

Bulletin météorologique. Vol. VI. Année 1874. 4.

Von der astronomischen Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 11. Jahrgang. 1876. 8.

Vom naturhistorischen Verein in Augsburg:

23. Bericht veröffentlicht i. J. 1875. 8.

Von der kgl. ungarischen geologischen Anstalt in Pest:

A. M. k. földtani intézet évkönyve. Kötel IV. füzet 2. 1875. 8.

Vom naturhistorischen Verein in Passau:

10. Bericht für die Jahre 1871—74. 8.

Von der deutschen chemischen Gesellschaft in Berlin:

Berichte. IX. Jahrg. 1876. 8.

Von der k. k. Sternwarte in Wien:

Annalen. III. Folge. Bd. 24. Jahrg. 1874. 8.

Vom baltischen Central-Verein in Eldena:

Landwirthschaftliche Wochenschrift. No. 1—4. 1876. 8.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Janvier 1876. 8.

Von der Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

a) Mémoires. Tom. IX Cahier 1. II. Serie. Tom. I Cahier 2. 1873—76. 8.
b) Extraits des procès-verbaux des séances. Année 1874—75.

Von der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:

Mittheilungen. Heft VIII. September 1875. Fol.

Von der Royal Society in London:

a) Philosophical Transactions. 1875. Vol. 165. 1875. 4.
b) Proceedings. Vol. XXII. XXIII. No. 151—163. 1874—75. 8.
c) The Anatomy of the Lymphatic System. By E. Klein. II. The Lung. 1875. 8.
d) List of the Royal Society 30th. Nov. 1874. 4.

Von der kgl. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

a) Skriften. Naturvidenskabelig og mathematisk Afdeeling. Vol. XI. XII. 1875. 4.
b) Oversigt. 1875. 8.

Vom Herrn Joh. N. Woldrich in Wien:

Hercinische Gneissformation bei Gross-Zdikau im Böhmerwalde. 1875. 8.

Vom Herrn G. F. Rammelsberg in Berlin:

Handbuch der Mineralchemie I. II. Leipzig 1875. 8.

Vom Herrn Adolph Wüllner in Aachen:

Lehrbuch der Experimentalphysik. 4. Bd. 3. Aufl. Leipzig 1875. 8.

Vom Herrn L. Rütimeyer in Basel:

a) Ueber Pliocen und Eisperiode auf beiden Seiten der Alpen. 1876. 4.
b) Weitere Beiträge zur Beurtheilung der Pferde der Quaternär-Epoche. Zürich 1875. 4.
c) Die Veränderungen der Thierwelt in der Schweiz seit Anwesenheit des Menschen. 1875. 8.
d) Die Knochenhöhle von Thayingen bei Schaffhausen. 1875. 4.
e) Ueberreste von Büffel (Bubalus) aus quaternären Ablagerungen von Europa. 1875. 8.
f) Ueber die Ausdehnung der pleistocenen oder quartären Säugethierfauna. 1875. 8.
g) Spuren des Menschen aus interglaciären Ablagerungen in der Schweiz. 1875. 8.

Vom Herrn Friedrich Krafft in Basel:

Ueber die Entwickelung der theoretischen Chemie. 1875. 8.

Vom Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. XXXVIII. 1875. 8.

Vom Herrn Lender in Berlin:

Die oxydirende Kraft der Natur oder die Bedeutung des Sauerstoffs. 1876. 8.

Vom Herrn S. A. Miller in Cincinatti:

Cincinatti Quarterly Journal of Science Vol. I. No. 1. 2. 3. 4. 1874. Vol. II. No. 1. 2. 3. 1875. 8.

Vom Herrn F. Schultz in Brüssel:

Observations sur la statistique botanique du Forez de M. A. Leyrand. 1875. 8.

Vom Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. Nov. 1875. Stuttgart 8.

Vom Herrn A. Lieben in Berlin:

Anton Schrötter Ritter von Kristelli. Eine Lebens-Skizze. 1876. 8.

Vom Herrn P. Moennich in Rostock:

Untersuchung über die scheinbare Ortsänderung eines leuchtenden Punktes. 1875. 8.

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

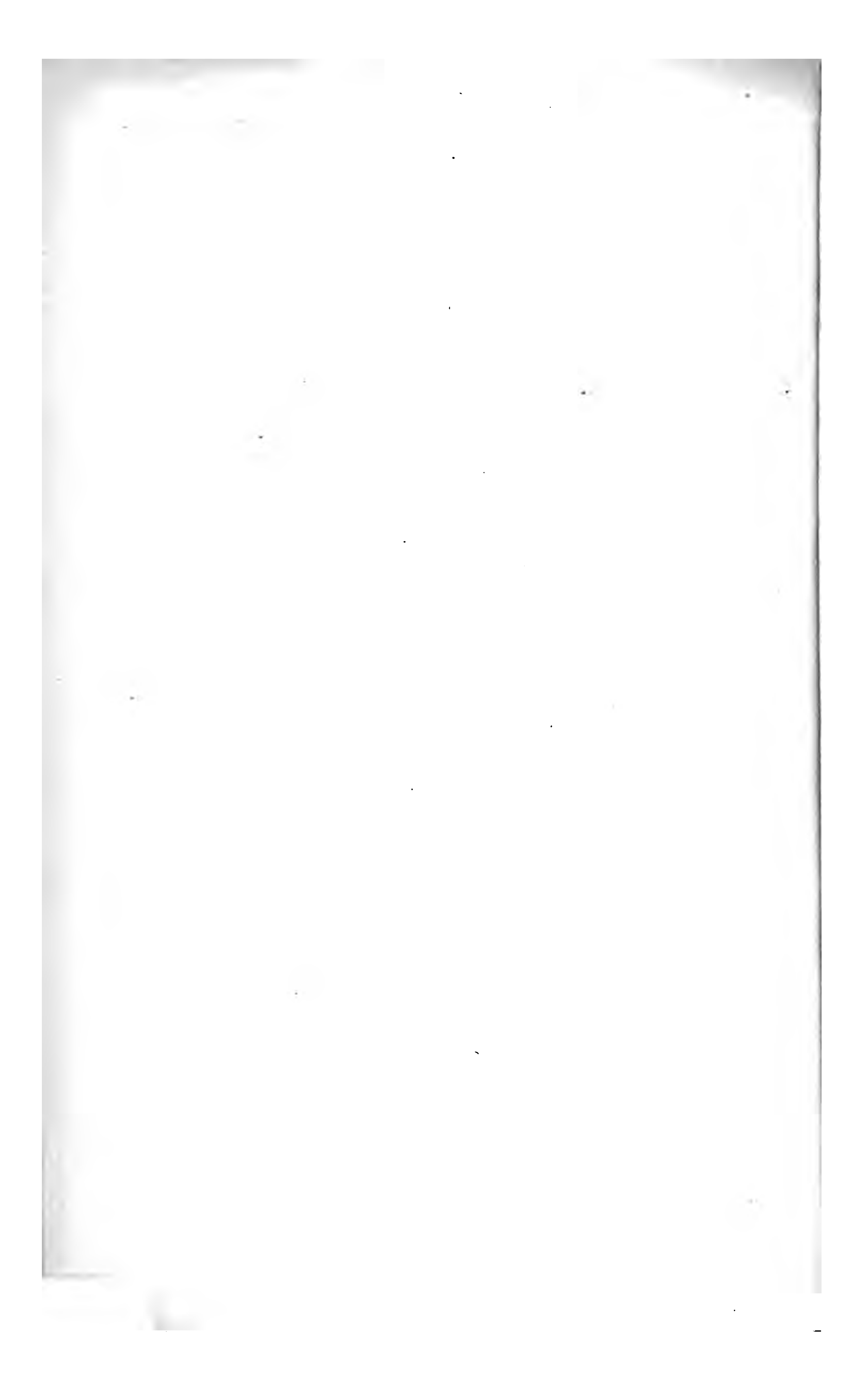
k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1876. Heft II.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1876.

In Commission bei G. Franz.



Sitzung vom 4. März 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Voit berichtet über eine in seinem Laboratorium von Herrn Ludwig Feder ausgeführte Untersuchung:

„über die Ausscheidung des Salmiaks im Harn".

Man giebt gewöhnlich an, dass der aus dem Darm aufgenommene Salmiak unverändert im Harn wieder zum Vorschein komme, namentlich hat C. Neubauer[1]) am Menschen Versuche in dieser Richtung gemacht und nach Zufuhr von 10 Grm. Salmiak während fünf Tagen mit Hülfe der Schloesing'schen Methode das Ammoniak von 9.57 Grm. Salmiak im Harn wieder aufgefunden. Diese Angabe schien auch ganz erklärlich und selbstverständlich zu sein, denn in was sollte sich das Ammoniak verwandeln, da man weiss, dass im Allgemeinen bei den Zersetzungsvorgängen im Thierkörper schliesslich immer einfachere Verbindungen entstehen, wodurch allein unter Entbindung von lebendiger Kraft aus Spannkraft die Wirkungen im Thierkörper oder die Lebenserscheinungen ermöglichet werden.

In neuerer Zeit sucht man dem gegenüber die Bildung complicirter chemischer Verbindungen mit höherem Mole-

1) Journ. f. prakt. Chem. Bd. 64. 1855. S. 177.

külargewicht aus einfacheren d. h. das Vorkommen sogenannter Synthesen im Thierkörper hervorzuheben. Es ist keinem Zweifel unterworfen, dass solche Synthesen im thierischen Organismus vorkommen, so z. B. die Bildung des Hämaglobins aus gewöhnlichem Eiweiss, oder die der Hippursäure nach Einführung von Benzoesäure, aber es werden auch Synthesen leichthin angenommen, welche durchaus nicht bewiesen sind, wodurch dann synthetische Vorgänge viel verbreiteter zu sein scheinen als sie es in Wirklichkeit sind und die Vorstellungen über die stofflichen Processe im Thierkörper vielfach verschoben werden.

Es ist nun neuerdings auch eine synthetische Umwandlung für das Ammoniak des Salmiaks im Thierkörper angegeben worden, dasselbe solle sich in letzterem in Harnstoff umwandeln, so zwar, dass der grösste Theil des Stickstoffs desselben sich in Harnstoff im Harn findet. Es ist dies zuerst von Knieriem[2]) mitgetheilt und dann von E. Salkowski[3]) bestätiget worden. Ein solcher Vorgang wäre von grosser Bedeutung und es ist wichtig genug, die Sache mit allen Hilfsmitteln zu prüfen und einen sicheren Entscheid zu bringen. Herr Ludwig Feder hat desshalb unter meiner Leitung den genannten Versuch wiederholt.

Es handelt sich dabei vor Allem, nachdem die Stickstoffausscheidung im Harn möglichst gleichmässig und niedrig gemacht worden ist, damit man jede Aenderung in derselben alsbald mit Sicherheit zu erkennen vermag, um eine genaue Bestimmung des Harnstoffs im Harn. Die Liebig'sche Methode durch Titrirung mit salpetersaurem Quecksilberoxyd ist in diesem Falle nicht brauchbar, da sich das salpetersaure Quecksilberoxyd neben dem Harnstoff noch

2) Zeitschrift f. Biologie Bd. 10. 1874. S. 265.
3) Centralblatt f. d. mediz. Wiss. 1875. Nro. 58.

mit manchen andern Ausscheidungsprodukten und auch mit dem Ammoniak verbindet. Die Bestimmung mit unterbromigsaurem Natron nach Knop oder Hüfner ist ebenfalls in unserem Falle nicht zulässig, weil dadurch auch der Stickstoff des Ammoniaks als Gas entweicht. Die Methode von Ragsky und Heintz könnte allenfalls zum Ziele führen, denn man fällt dabei bekanntlich in einer ersten Probe das Kali und Ammoniak des Harns mit Platinchlorid aus, und dann thut man das Gleiche in einer zweiten Probe nach vorheriger Behandlung derselben mit Schwefelsäure, wobei aber wohl noch aus anderen stickstoffhaltigen Harnbestandtheilen ausser dem Harnstoff Ammoniak abgetrennt wird.

Es ist am besten sich für die Harnstoffbestimmung der Bunsen'schen Methode zu bedienen, wenn auch diese nicht vollkommen ist, da sicherlich noch andere Harnbestandtheile beim Erwärmen mit ammoniakalischer Chlorbaryumlösung Kohlensäure liefern.

Diese Methode ist nun auch von Knieriem, Salkowski und Feder angewendet worden.

Knieriem hat zuerst einem kleinen, nur 4 Kilo schweren Hündchen, nachdem es mit Brod und Milch auf eine gleichmässige Stickstoffausscheidung im Harn (von 1.746 Grm. im Tag) gebracht worden war, 4 Grm. Salmiak mit 1.046 Grm. Stickstoff gegeben. Das Thier schied darauf an 2 Tagen im Harne 0.939 Grm. Stickstoff mehr aus, es war aber nur wenig (0.11 Grm.) Ammoniak mehr als normal, dagegen das gesammte Chlor des Salmiaks im Harn zu finden, so dass es wirklich scheint, als ob das Ammoniak des Salmiaks zum grössten Theile in Harnstoff übergehe.

Da dieses Resultat höchst auffallend war und den bestimmten Angaben Neubauer's direkt widersprach, und ausserdem der Anwendung der Schloesing'schen Methode zur Ammoniakbestimmung im Hundeharn sich Schwierig-

keiten entgegenstellten, welche ich früher schon hervorgehoben habe, so wiederholte Knieriem den Versuch am Menschen. Derselbe erhielt an 2 Tagen ein Mal 6.0 und das andere Mal 4.5 Grm. Salmiak. Wie vorher beim Hunde wurde auch hier beim Menschen nur wenig mehr Ammoniak im Harn ausgeschieden wie gewöhnlich, aber es trat entsprechend der Ammoniakmenge im Salmiak (an einem Tage 1.164 Grm. Stickstoff) mehr Harnstoff auf. Es werden also nach Knieriem's Schlussfolgerung auch in diesem Falle $^{9}/_{10}$ des im Salmiak eingeführten Stickstoffs in Harnstoff, und nur $^{1}/_{10}$ etwa in einer Ammoniakverbindung wieder entfernt.

Salkowski sagt in seiner vorläufigen Mittheilung nur, dass bei Hunden ein erheblicher Theil des Stickstoffs des Salmiaks sich in Harnstoff vorfindet, wenn auch nicht so viel als Knieriem angab. Im Maximum sah er bei einem Hunde von 20 Kilo Gewicht durch Salmiak die Harnstoffausscheidung von 5.61 Grm. auf 9.75 Grm. sich erheben; er fügt jedoch bei, dass davon ein kleiner Theil auf vermehrten Eiweisszerfall zu beziehen sei.

Herr Feder ist nun durch 2 Versuche an einem Hunde von 24 Kilo Gewicht zu ganz anderen Resultaten gelangt als Knieriem und Salkowski, und zwar zu den gleichen wie Neubauer. Das Thier musste hungern, bis die Stickstoffausscheidung im Harn gleichmässig geworden war; es wurde dadurch erreicht, dass nur wenig Stickstoff erschien und die immerhin geringe Ammoniakmenge im verzehrten Salmiak einen grösseren Bruchtheil darstellte, und ferner dass eine Aenderung in der Ausnützung des Futters im Darm in Folge des Salmiaks nicht in Betracht kam.

In einem ersten Versuche, bei welchem nur das Ammoniak mit Platinchlorid und der Harnstoff mit salpetersaurem Quecksilberoxyd bestimmt wurden, ergab sich bei

Zufuhr von 19.7 Grm. Salmiak an 2 Tagen, von denen aber am zweiten Tage der grösste Theil erbrochen wurde, eine Vermehrung des Ammoniaks im Harn von 2.66 Grm., also eine viel grössere Menge von Ammoniak wie Knieriem sie beobachtet hatte.

Bei dem zweiten Versuche schied der nämliche Hund nach fünftägigem Hunger täglich im Mittel 7.6 Grm. Harnstoff und 3.73 Grm. Stickstoff aus. Darauf bekam er an einem Tage 16.66 Grm. Salmiak zugeführt, von dem er aber einen unbekannten Theil durch Erbrechen wieder entleerte, so dass man die Vermehrung der Chlorausscheidung als Maassstab für die Resorptionsgrösse des Salmiaks nehmen musste. Die Ausscheidung des Stickstoffs stieg dadurch am ersten Tage auf 7.84 Grm. und die des Harnstoffs auf 14.2 Grm.

Es ist also keinem Zweifel unterworfen, dass die Harnstoffmenge durch den Salmiak nahezu um das Doppelte zunimmt; hierin befinden wir uns in völliger Uebereinstimmung mit den Angaben von Knieriem und Salkowski. Aber die mit Platinchlorid ausgeführte Ammoniakbestimmung im Harn ergab in Folge der Salmiakfütterung während mehrerer Tage eine ansehnliche Vermehrung des Ammoniaks und zwar um 2.4 Grm., während sich aus der Chlorausscheidung 2.7 Grm. berechneten; bei den Versuchen von Knieriem findet sich dagegen im Harn ein grosser Ueberschuss von Chlor gegenüber dem Ammoniak.

Wenn demnach das im resorbirten Salmiak gegebene Ammoniak nahezu vollständig im Harn wieder erscheint, so ist es unmöglich, dass in unserem Falle die Vermehrung des Harnstoffs von der Ueberführung des Ammoniaks des Salmiaks in Harnstoff herrührt. Die Differenz der Stickstoffbestimmung nach Bunsen und der Gesammtstickstoffbestimmung ist unter dem Einflusse des Salmiaks entgegen den Beobachtungen von Knieriem wesentlich grösser,

was auch bezeugt, dass dabei viel unverändertes Ammoniak im Harn enthalten ist. Das Gleiche geht aus der Harnstoffbestimmung nach Liebig hervor, nach welcher man bei der Salmiakfütterung eine wesentlich höhere Stickstoffausscheidung berechnet, als die Gesammtstickstoffbestimmung ergiebt, weil die gleiche Menge von salpetersaurem Quecksilberoxyd weniger Ammoniak in Anspruch nimmt als Harnstoff.

Es frägt sich, woher denn die grössere Quantität des Harnstoffs herrührt. Es ist aus meinen Versuchen bekannt, dass durch Gaben von Chlornatrium die Harnstoffmenge vermehrt wird und zwar durch Steigerung der Eiweisszersetzung; es ist von vorneherein höchst wahrscheinlich, dass der Salmiak die gleiche Wirkung hat. Als Herr Feder seinem Hunde soviel Chlornatrium gab, dass die Chlorausscheidung im Harn so gross war wie bei Verabreichung des Salmiaks, stieg die nach Bunsen bestimmte Harnstoffmenge um ebensoviel an als im letzteren Falle.

Ich kann daher für unsern Hund bestimmtest angeben, dass bei ihm das Ammoniak des Salmiaks unverändert den Körper durch den Harn wieder verlässt. Ich bin nicht im Stande über die Widersprüche zwischen den Zahlen von Knieriem und den unsrigen Aufklärung zu geben, es muss dieselbe weiteren sorgfältigen Versuchen überlassen werden. Ich bemerke, dass die Ausscheidung des Ammoniaks des Salmiaks aus dem Körper sich durch eine auffallend lange Zeit hinzieht, wie schon Lohrer mittheilte [4]), während das Chlor des Salmiaks alsbald erscheint; es findet also jedenfalls eine Trennung des Salmiaks statt, wahr-

4) Lohrer, Uebergang der Ammoniaksalze in den Harn, diss. inaug. Dorpat 1862.

scheinlich in Wechselwirkung mit dem phosphorsauren Alkali der Säfte, so zwar dass dabei phosphorsaures Ammoniak und Chloralkali entsteht. Es wäre möglich, dass bei Knieriem's Versuchen die kleinen Mengen von Ammoniak, um die es sich dabei handelt, erst spät zur Ausscheidung kamen.

Herr Feder wird die Resultate seiner Untersuchung ausführlich in der Zeitschrift für Biologie veröffentlichen und die Versuche auch noch weiter fortsetzen.

Sitzung vom 6. Mai 1876.

Herr Voit legt der Classe eine in seinem Laboratorium ausgeführte Untersuchung vor:

„Ueber die Abstammung des Glykogens im Thierkörper". Von Privatdozent Dr. J. Forster.

Bekanntlich haben Pettenkofer und Voit[1]) in einer grösseren Reihe von Versuchen gezeigt, dass der in den Thierkörper aufgenommene Traubenzucker in diesem nicht in bemerkenswerther Menge aufgespeichert, sondern alsbald unter Sauerstoffaufnahme in Kohlensäure und Wasser zersetzt und so aus dem Körper ausgeschieden wird. In neuester Zeit nun schreibt man, in anscheinendem Widerspruche mit obigen Versuchen, dem thierischen Organismus, und zwar insbesondere der Leber, die Eigenschaft zu, den ihr zugeführten Zucker in Glykogen, eine zwar in Wasser lösliche allein nur sehr schwer durch thierische Membranen diffundirende Substanz, umzuwandeln, welche eben letzterer Eigenschaft halber im Körper sich in grösserer Menge anhäufen könne. Da man aber allgemein das Molekulargewicht der glykogenen Substanz mindestens doppelt so

---

1) Sitz.-Ber. der Münch. Akad. 1873, Heft 3; und Zeitschr. für Biol. Bd. IX, S. 435 ff.

gross annimmt, als das des Zuckers, so besässe der Thierkörper hiemit in hohem Maasse die Fähigkeit, complicirtere Moleküle aus einfacheren aufzubauen oder auch lebendige Kraft in Spannkraft überzuführen.

Man hat dies aus der Beobachtung geschlossen, dass bei Fütterung mit Kohlehydraten in der Leber der gefütterten Thiere häufig Glykogen in reichlicher Menge enthalten ist oder dass dabei Glykogen selbst bei solchen Körperzuständen in den Organen auftritt, bei welchen für gewöhnlich ohne Zufuhr von Kohlehydraten dasselbe nicht oder kaum nachzuweisen ist.

Diejenigen nun, welche das Vorkommen von Synthesen im Thierkörper, soferne man darunter den Aufbau höherer Moleküle aus einfachern versteht, nur nach zwingender Beweisführung in jedem einzelnen Falle annehmen wollen, erklären das Auftreten von Glykogen nach Zufuhr von Kohlehydraten durch die Annahme, dass normaler Weise aus dem beständig sich zersetzenden Eiweisse im Körper unter anderen Produkten auch Glykogen abgespaltet werde, eine Annahme, für welche genügend Beweise beigebracht werden können. Während jedoch für gewöhnlich dasselbe weiter zersetzt und oxydirt werde, finde es bei genügender Resorption von Zucker aus dem Darme, da alsdann dieser zerfällt, nicht mehr die Bedingungen seiner Zersetzung und könne nun an seiner Bildungsstätte abgelagert werden. Es würde nach dieser Vorstellung für die glykogene Substanz dasselbe gelten, was für die Bildung des Fettes aus Eiweiss und dessen Aufspeicherung im Thierkörper bei reichlicher Fütterung mit Kohlehydraten von Pettenkofer und Voit[2]) dargethan wurde.

Nachdem nun letztere Ansicht durch Versuehe, die unter Prof. Voit's Leitung von Dr. Wolffberg ausgeführt

---

2) a. a O.

worden waren, sehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen, habe ich versucht, zu einer Entscheidung der vorliegenden Differenzen durch an grösseren Thieren angestellte Untersuchungen, welche deutlichere Resultate als die Experimente an kleinen Thieren versprachen, zu gelangen.

Zu diesem Zwecke liess ich grosse, ausgewachsene und vorher in annähernd gleichem wohlgenährten Zustande befindliche Hunde, die einige Tage hindurch nur mit fettarmem Fleische gefüttert worden waren, längere Zeit hungern. In dem ersten Versuche wurden am 9. Hungertage einem Thiere von 22 Kilogramm Körpergewicht etwa 400 cc. einer 50procentigen Traubenzuckerlösung langsam und vorsichtig in eine ven. messaraica eingeführt, wodurch der Leber und dem Körper im Verlaufe von 1½ Stunden etwa 200 grm. Zucker zur Verarbeitung geboten wurden. Eine halbe Stunde nach Beendigung der Injection, also zwei Stunden nach Beginn derselben, wurde das Thier durch Verbluten rasch getödtet, sofort die Leber herausgenommen und in kochendes Wasser eingetragen. Die Menge des nach Brücke's Angaben bestimmten Glykogens in der ganzen Leber betrug 9.3 grm. oder 1.78 % der frischen Leber.

In einem zweiten Versuche liess ich einem 28 Kilogramm schweren Hunde am 10. Hungertage wieder 400 cc. einer 50procentigen Traubenzuckerlösung vorsichtig im Laufe einer Stunde in eine ven. femoralis einfliessen. Auf gleiche Weise wie vorher wurde sodann das Thier getödtet und die Menge des Glykogens in der Leber bestimmt. Es fanden sich hier 9.7 grm. Glykogen oder 1.53 % des frischen Organes.

Bei einem Hahne von 2.24 Kilogramm Körpergewicht, dem am 2. Hungertage 60 cc. derselben Zuckerlösung in die Jugularvene injicirt wurden, fanden sich in der 39.8 grm.

schweren Leber 0.12 grm. Glykogen oder 0.29 % derselben.

Glykogene Substanz ist nun wie bekannt auch nach längerem Hunger immer noch in gewisser Menge in der Leber zu finden. Bei einem 24 Kilogramm schweren Hunde, der wie die oben erwähnten Thiere 10 Tage gehungert hatte, fand ich am 10. Hungertage nach der Verblutung noch 4.2 grm. Glykogen oder 0.92 % der frischen Leber.

Offenbar ist aber unter dem Einflusse der Zuckerinjection in die Venen die Menge von Glykogen in der Leber vermehrt. Es frägt sich nun, woher dasselbe stammt?

Die beobachtete Vermehrung beträgt etwas über 5 grm. in beiden Fällen und sinkt, wenn man für alle 3 Hunde eine gleiche Lebergrösse für das Körpergewicht derselben, nämlich 2.35 % des lebenden Thieres, so wie es bei dem ersten Versuchsthiere gefunden wurde, berechnet, unter 5 grm. herab. Die Menge des in der Leber des Hahnes gefundenen Glykogens übersteigt sogar trotz der Injektion von 30 grm. Zucker, einer relativ bedeutenden Masse, kaum die auch sonst in derselben zu erwartende Quantität.

Trotz der colossalen Menge von 200 resp. 60 grm. Zucker, die in den Körper eingeführt wurde, ist sonach nur eine äusserst geringe Vermehrung der glykogenen Substanz erfolgt. Schon dieser Umstand spricht deutlich gegen die Anschauung, dass der in den Körper eingeführte Zucker in Glykogen übergehe. Noch unwahrscheinlicher wird dieselbe, wenn man sieht, dass dann, wenn gerade dem angeblich die Synthese bewerkstellenden Organe, der Leber, die Zuckermenge direkt zugeleitet wird, wie in dem ersten Versuche, die Glykogenmenge in demselben nicht grösser gefunden wird, wie bei der Injektion von Zucker in eine Femoralvene.

Die Bildung von Glykogen aus Zucker dürfte man nur dann aus den vorliegenden Versuchen schliessen, wenn für dasselbe durchaus keine andere Quelle vorhanden wäre. So aber müssen wir denselben entnehmen, dass die Zufuhr des Zuckers bei der geringen Aufspeicherung von Glykogen nur eine sekundäre Rolle spiele und dass die glykogene Substanz im Körper hiebei aus einer andern in Quantität minder ergiebigen aber sicher gestellten Quelle d. h. dem zersetzten Eiweisse stammen müsse und bei der reichlichen Zuckerzufuhr abgelagert werde.

Am 10. Hungertage ist aber die Eiweisszersetzung im Körper bekanntlich sehr gering; bei hungernden Hunden von der oben erwähnten Grösse überschreitet die Menge des in 24 Stunden zersetzten Eiweisses kaum 30—50 grm. oder etwa 2—4 grm. in den zwei Stunden, die hier in Betracht kommen. Diese Grösse könnte also kaum zur Erklärung des Mehrbefundes von 4—5 grm. Glykogen in den obigen Versuchen ausreichen.

Nun habe ich aber vor einiger Zeit gezeigt [3], dass durch Injektion von Zucker- und Kochsalzlösungen in die Blutbahn die Eiweisszersetzung im Thierkörper in ganz erheblichem Maasse erhöht wird. Dasselbe geschah nun auch in diesen Versuchen, was ich direkt durch die Menge des während der Dauer der Operation gebildeten Harns und dessen Stickstoffgehalt darthun konnte. Die Quantität des in den 2 resp. 1½ Operationsstunden zur Blase gelangenden Harnstoffes oder Stickstoffes entspricht zudem nicht vollständig der in derselben Zeit stattgefundenen Eiweisszersetzung, da bei der Tödtung des Thieres Zersetzungs-

3) Sitz.-Ber. d. Münch. Akad. Juli, 1875 u. Zeitschr. f. Biol. Bd. XI, S. 515.

produkte des Eiweisses noch in grösserer Menge innerhalb der Organe sich befinden mussten, die erst später in den Harn übergegangen wären. Dessungeachtet aber betrug die Menge des nach Liebig's Methode bestimmten Harnstoffes in dem während der Operation gewonnenen Harne in dem ersten Versuche 4.74 grm., in dem zweiten 2.43 grm., was also im Mindesten eine Eiweisszersetzung von 14, resp. über 7 grm. anzeigt.

Dass in der That die Stoffzersetzung im Körper durch die Injektion selbst in lebhafterem Maasse, als dies durch die Harnstoffausscheidung zu erkennen war, angeregt wurde, kann ich noch einer weitern merkwürdigen Beobachtung entnehmen. Während der ersten Injektion der Zuckerlösung in eine Mesenterialvene füllten sich Magen und Dünndarm allmählig mit einer Flüssigkeit, die sorgfältig gesammelt und deren Menge im Magen 170 cc., im Dünndarme 210 cc. betrug. Bei der Analyse erwies sich dieselbe durch ihren Gehalt an Gallensäuren und Farbstoffen unzweifelhaft als zuckerhaltige, wenn auch etwas verdünnte Galle.

Nach diesen Beobachtungen erklärt sich also die Möglichkeit einer geringen Glykogenvermehrung in der Leber leicht durch den bei der Zuckerinjektion stattfindenden Mehrzerfall von Eiweiss und die Ersparniss des hiebei abgespaltenen Glykogens unter dem Einflusse des reichlich zugeführten leicht zersetzlichen Zuckers. Damit lässt sich auch leicht die Thatsache vereinen, dass bei einem kleinen Organismus, dem Hahne in meinem vierten Versuche, bei dem entsprechend der Körpergrösse die Eiweisszersetzung eine sehr geringe ist, auch nur sehr wenig Glykogen in der Leber enthalten ist.

Zum Schlusse bemerke ich noch als einen erwähnenswerthen Umstand, dass bei den drei vorgenommenen Zucker-

injektionen ziemliche Mengen von Zucker im Blute der Versuchsthiere nachgewiesen werden konnten, sowie dass der Harn der Hunde sowohl wie auch Harn, der von dem Hahne in reichlicher Menge während der Operation entleert wurde, grössere Zuckerquantitäten enthielt.

Ausführlichere Mittheilung dieser und ähnlicher Versuche behalte ich mir zur Veröffentlichung an einem andern Orte vor.

Herr Baeyer berichtet über die in seinem Laboratorium von Emil Fischer und Otto Fischer ausgeführte Untersuchung:

„Zur Kenntniss des Rosanilins“.

In einer unlängst in Liebig's Annalen[1]) erschienenen Abhandlung legen Gräbe und Caro die Details ihrer bereits auf der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden im Auszug publicirten Untersuchung über Rosolsäure und ihre Beziehung zum Rosanilin nieder. Auf Grund der Umwandlung des letzteren durch Einwirkung von salpetriger Säure in die als ein Oxychinon characterisirte Rosolsäure thun sie in überzeugender Weise dar, dass die bisher für das Rosanilin aufgestellten, zahlreichen Structurformeln unhaltbar sind und substituiren dafür die ihren experimentellen Resultaten angepasste Formel $C_6H_3 . (NH_2)\left\{\begin{matrix} CH_2 . C_6H_4 . NH \\ CH_2 . C_6H_4 . NH \end{matrix}\right\}$

Letztere trägt hauptsächlich dem Umstande Rücksicht, dass bei der Rosolsäurebildung aller Stickstoff des Rosanilins, ähnlich wie bei den gewöhnlichen, aromatischen Aminen eliminirt und durch sauerstoffhaltige Gruppen ersetzt wird, wobei eine Verbindung entsteht, deren ganzes, sorgfältig studirtes Verhalten zu der Formel $C_6H_3 (OH) . \left\{\begin{matrix} CH_2 . C_6H_4 O \\ CH_2 . C_6H_4 O \end{matrix}\right\}$ führt.

Auf den ersten Anschein hat diese Auffassung viel Gewinnendes, da sie die Beziehungen zwischen Rosanilin und Rosolsäure in übersichtlicher Weise darstellt und dem

1) 179 p. 184.

Verhalten beider Körper wohl entspricht; weniger indessen genügt, sie zur Erklärung der eigentlichen Reaction, worauf sie gegründet ist, d. h. der Bildung einer Diazoverbindung und späteren Umwandlung derselben in Rosolsäure.

Es ist diese Schwierigkeit bereits von den Verfassern selbst betont; sie glaubten sich jedoch mit der Annahme begnügen zu können, dass die im Rosanilin enthaltenen Imidogruppen durch Einwirkung der salpetrigen Säure analog den gewöhnlichen Aminen in Diazoverbindungen oder in Körper, welche sich bei der Zersetzung mit Wasser diesem ähnlich verhalten, übergeführt werden können. So lange indessen diese Ansicht der experimentellen Grundlage entbehrte, mussten die daraus für die Constitution des Rosanilins gefolgerten Schlüsse ebenfalls zweifelhaft erscheinen.

Zur Entscheidung der Frage war vor Allem eine neue Untersuchung obiger Diazoverbindung selbst nothwendig. Die Kenntniss derselben beschränkte sich auf die Angaben von Caro und Wanklyn[3]), dass zu ihrer Bildung 3 Mol. HNO_2 auf 1 Mol. Rosanilin erforderlich sind, und dass sie beim Kochen mit Wasser 6 aeq. N als Gas abgiebt, woraus dieselben die den damaligen theoretischen Anschauungen entsprechende Formel $C_{20}H_{10}N_6$ herleiteten.

Da indessen diese analytischen Resultate sich ebenso gut mit der oben erwähnten späteren Auffassung von Gräbe und Caro vereinigen liessen, so wurde letztere Formel von denselben anscheinend nicht weiter berücksichtigt und es war damit die Entstehung und Natur jener Diazoverbindung von Neuem in Frage gestellt.

Durch das Studium der Hydrazinverbindungen, deren Beziehungen zu den Diazokörpern vollständig klar gelegt sind, und durch die Beobachtung, dass die Reactionen, welche von den einfachern, aromatischen Aminen zu diesen

3) London R. Soc. Proc. 15. 210.

Basen führen, im Allgemeinen auch beim Rosanilin Gültigkeit haben, glaubten wir neue experimentelle Anhaltspunkte zur Entscheidung obiger Frage gewinnen zu können und wurden dadurch zu nachfolgender Arbeit veranlasst, deren Resultate wir mit der freundlichen Einwilligung von Herrn Caro mittheilen.

Technische Schwierigkeiten nöthigten uns allerdings bald, den Gang der Untersuchung abzuändern, da die Hydrazinbildung beim Rosanilin keineswegs so einfacher Natur ist, wie es erst den Anschein hatte und mithin von diesen Körpern ebenso wenig wie von der Rosolsäure ein directer Rückschluss auf das Rosanilin gestattet war.

Behandelt man die nach Gräbe und Caro dargestellte Diazoverbindung des Rosanilins in wässriger Lösung mit saurem schwefligsaurem Kali oder Natron, so beobachtet man zunächst ganz dieselben Erscheinungen, wie sie für das Diazobenzol von dem Einen von uns[4]) angegeben werden. Die Lösung wird ohne Gasentwicklung anfangs dunkelgelb, nimmt jedoch beim gelinden Erwärmen unter Einfluss der schwefligen Säure durch weitere Reduction bald eine hellgelbe Farbe an, die hierbei jedenfalls entstehenden Sulfonsauren Salze der Diazo- resp. Hydrazinverbindung könnten ihrer Löslichkeit halber nicht von den unorganischen Beimengen getrennt werden.

Beim Ansäuern der wenig gefärbten Lösung mit conc. HCl treten dagegen abnorme Erscheinungen auf; die Flüssigkeit färbt sich Anfangs violettroth, wird beim Erwärmen tief violettblau und scheidet in der Kälte, wenn man in hinreichender Concentration und mit einem Ueberschuss von Salzsäure arbeitet, einen dicken, blauschwarzen, voluminösen Niederschlag eines salzsauren Salzes ab. Die demselben zu Grunde liegende Base ist jedoch keineswegs eine

4) Berichte der deutschen Gesell. VIII. 589.

einfache Hydrazinverbindung; sie löst sich vielmehr leicht in allen kaustischen und kohlensauren Alkalien mit rother Farbe, zeigt mithin das Verhalten eines Amidophenols und scheint in naher Beziehung zur Rosolsäure zu stehen; ihre Isolirung ist aus diesem Grunde noch nicht gelungen und ein genaueres Studium ihrer Salze wurde aufgeschoben, da ihre Kenntniss für die Rosanilinfrage einstweilen nicht von Bedeutung war.

Zu entscheidenderen Resultaten gelangten wir bei einer neuen Untersuchung der Diazoverbindung selbst. In dem Gold- und Platinadoppelsalze fanden sich wohl characterisirte und hinreichend beständige Derivate, deren vollständige Analysen eine genaue Feststellung der Formel gestatteten.

Das Goldsalz wurde dargestellt durch Eintragen der wässrigen Lösung des durch Abscheiden mit Alkohol und Aether mehrmals gereinigten Diazorosanilinchlorids, wie wir die Verbindung nennen wollen, in eine verdünnte, schwach saure Lösung von überschüssigem Goldchlorid, wobei es sich sofort als hellgelber, flockig krystallinischer Niederschlag abscheidet; dasselbe lässt sich unverändert mit Wasser, Alkohol und Aether auswaschen und hat im vacuum getrocknet die Formel: $C_{20}H_{18}N_6Cl_3 + 3AuCl_3 + H_2O$.

	Gef. I	II	Ber.
Au	43	43,1	43,08
C	17,66	17,85	17,49
H	1,3	1,11	1,09
N	6,27	—	6,12
Cl	30,94		31,05
O			1,17

Dass das eine in der Verbindung enthaltene Molekül Wasser die Rolle von Krystallwasser spielt, wird wahrscheinlich durch die Beobachtung, dass die hellgelbe Substanz

beim längeren Aufbewahren im vacuum oberflächlich braun wird, an feuchter Luft jedoch ihre ursprüngliche Farbe bald wieder annimmt; eine direkte Bestimmung desselben durch Wärmezufuhr war natürlich bei der Zersetzlichkeit des Körpers nicht auszuführen.

In seinem sonstigen Verhalten zeigt das Goldsalz vollständige Analogie mit der entsprechenden Verbindung des des Diazobenzols; beim Erhitzen verpufft es heftig, wesshalb die Goldbestimmung durch Abrauchen mit conc. Schwefelsäure ausgeführt werden musste.

Beim Kochen mit Wasser zersetzt es sich vollständig; aller Stickstoff, der nach der Griess'schen Methode bestimmt wurde, entweicht in Gasform.

	Gef.	Ber.
N	6 %	6,12 %.

In dem dunkel gefärbten Rückstande war keine Rosolsäure nachzuweisen; dieselbe wird offenbar in statu nasc. durch das Goldchlorid oxidirt, worauf der beträchtliche Gehalt der wässrigen Lösung an Au_2Cl_2 deutlich genug hinweist.

Das Platindoppelsalz, welches ganz in derselben Weise wie das Goldsalz erhalten wurde, unterscheidet sich von diesem nur durch grössere Unbeständigkeit und höheren Krystallwassergehalt.

Die Analyse der mit Alkohol und Aether gewaschenen und nur kurze Zeit im vacuum getrockneten Substanz ergab Zahlen, welche annähernd der Formel

$$(C_{20}H_{13}Cl_3N_6)_2 + 3PtCl_4 + 8H_2O$$

entsprechen.

	Gef. I	II	Ber.
Pt	28,8	28,58	28,91
C	24,5	24,8	23,42
H	2,23	2,09	2,04
N	8,2		8,2
Cl	30,60	32,3	31,18
O			6,25

Beim Kochen mit Wasser wird ebenfalls aller Stickstoff in Gasform erhalten.

	Gef.	Ber.
N	8 %	8,2

Die hierbei entstehende Rosolsäure wird von dem $PtCl_4$ nicht weiter verändert und konnte in reichlicher Menge isolirt werden

Beim längeren Aufbewahren verliert das Salz Wasser, bräunt sich indessen unter gleichzeitiger, theilweiser Zersetzung.

In Wasser ist es leichter löslich als das Goldsalz; beim Erhitzen verpufft es ebenso wie jenes.

Von den übrigen, zahlreichen Derivaten, welche das Diazorosanilin mit den verschiedensten Agentien, mit Anilin, Diaethylamin, Ammoniak, Phenylhydrazin, Brom und Br H liefert, war keines zur weiteren Untersuchung einladend; ausserdem glaubten wir auch mit den bereits gewonnenen, analytischen Daten die Formel der Verbindung, welche m. m. der seiner Zeit von Caro und Wanklyn gegebenen entspricht, hinreichend festgestellt zu haben.

Die vollständige Analogie derselben mit dem Diazobenzol in Zusammensetzung und Reactionen, wobei nur die abnormen Erscheinungen bei der Rosolsäure- und Hydrazinbildung eine Ausnahme machen, berechtigt weiter dazu, ihr eine der modernen Anschauung über die einfachen Diazo-

körper angepasste Constitution zuzuschreiben und für das Chlorid die Formel $C_{20}H_{13}.(N_2Cl)_3$ aufzustellen. Auf die Umwandlung einer derart constituirten Diazoverbindung in Rosolsäure und auf die Schlüsse, welche daraus für die Constitution des Rosanilins zu ziehen gestattet ist, werden wir später zurückkommen.

Nachdem durch die Untersuchung von Gräbe und Caro weiter bereits festgestellt und durch unsere Resultate bestätigt worden, dass dem Rosanilin ein Kohlenwasserstoff $C_{20}H_{18}$ resp. $C_{20}H_{16}$ zu Grunde liegt, war die endgültige Lösung der Constitutionsfrage bedingt durch die Kenntniss dieser Verbindung.

Gräbe und Caro haben sich vergebens bemüht, dieselbe aus dem Diazorosanilin nach der Griess'schen Methode zu gewinnen; ihre Versuche wurden mit demselben negativen Resultate von uns wiederholt; ebenso wenig gelang es Zincke in synthetischer Weise von den beiden Dibenzylbenzolen durch Nitrirung und Amidirung zum Leucanilin zu gelangen.

Mit besserem Erfolg haben wir unsere Versuche auf das Leucanilin ausgedehnt, da es hier in der That gelang, durch Zersetzen der Diazoverbindung mit Alkohol einen Kohlenwasserstoff in nicht unerheblicher Menge zu gewinnen, dessen Zusammensetzung und Eigenschaften dazu berechtigen, ihn als die Muttersubstanz der Rosanilingruppe anzusprechen.

Ueber die Diazoverbindung des Leucanilins sind nur einige kurze Angaben von A. W. Hofmann[5]) und von Caro und Wanklyn[6]) vorhanden; ersterer erhielt bei Einwirkung von HNO_2 auf eine salpetersaure Lösung des Leucanilins eine Base, deren Platinverbindung explosiv war; letztere

5) Lond. R. Soc. Proc. XII. 2.
6) ibid. XV. 210.

gewannen durch Kochen der mit salpetriger Säure behandelten Lösung eines Leucanilinsalzes einen Körper, den sie wegen seines Verhaltens zu Ferricyankalium als Leucorosolsäure ansahen.

Wir haben die Diazoverbindung isolirt und genauer untersucht. Sie wird im Kleinen am Besten nach der Griess'schen Methode durch Einleiten von HNO_2 in die wässrige Lösung des salzsauren Leucanilins erhalten; die Flüssigkeit färbt sich zuerst dunkelgrün und wird durch einen Ueberschuss von HNO_2 hellroth; durch Zusatz von Alkohol und Aether fällt die Diazoverbindung als schwach gelbe, klebrige Masse aus; im krystallisirten, für die Analyse geeigneten Zustande erhält man sie ebenso wenig, wie das Diazorosanilin. Zur Feststellung der Formel diente desshalb auch hier das Golddoppelsalz.

Dasselbe wurde in der früher beschriebenen Weise dargestellt, wobei es zuerst in hellgelben Flocken ausfällt, die jedoch bald oberflächlich eine schmutzig grüngelbe Farbe annehmen.

Die Analyse der im vacuum getrockneten Substanz führte zu der Formel $C_{20}H_{15}N_6Cl_3 + 3AuCl_3 + H_2O$.

	Gef.	Ber.
Aw	42,96	43,01
C	17,36	17,47
H	1,38	1,24
N	6,31	6,10
Cl	30,81	31,01
O		

Bei der Zersetzung mit Wasser entweicht aller Stickstoff in Gasform; es entstehen dabei neben geringen Mengen rosolsäureartiger Körper durch Einwirkung des $AuCl_3$ hauptsächlich die weiteren Oxidationsproducte derselben, deren alkalische Lösung keine characteristische Farbe besitzt.

Das Platindoppelsalz verhält sich ähnlich; nur liefert es beim Kochen mit Wasser reichliche Mengen von Rosolsäure; wobei ein Theil des $PtCl_4$ ebenfalls reducirt wird.

Das Diazoleucanilinchlorid selbst löst sich leicht im Wasser mit grünblauer Farbe, welche beim Verdünnen in rein Blau übergeht; ob diese Färbung, welche einen characteristischen Unterschied von dem Diazorosanilin bildet, der Verbindung eigenthümlich ist, oder durch eine theilweise Zersetzung veranlasst wird, muss dahin gestellt bleiben.

Beim Kochen mit Wasser wird die reine Verbindung leicht zersetzt, wobei ein reichlicher, voluminöser Niederschlag von schmutzigen, nicht krystallisirenden Producten entsteht, welche zum grössten Theil in Alkalien unlöslich sind und unter denen wir keine Leucorosolsäure haben auffinden können.

Zur Darstellung des oben erwähnten Kohlenwasserstoffs eignet sich die einmal abgeschiedene Diazoverbindung nicht mehr; wegen ihrer Schwerlöslichkeit in absolutem Alkohol setzt sie sich beim Erwärmen damit an den Gefässwänden fest und verharzt hier zum grössten Theil, während unter starker Aldehydentwicklung nur geringe Mengen öliger Producte in den Alkohol übergehen.

Mit Erfolg brachten wir dagegen eine kürzlich von Liebermann und Scheiding[7]) für die Umwandlung des

---

7) Berichte d. d. chem. Gesell. VII. 1108.

Die Methode hat vor den gewöhnlichen manche Vorzüge: einmal umgeht sie die häufig sehr lästige Isolirung der schwefelsauren Diazoverbindungen, ferner sind letztere in conc. Schwefelsäure beständiger, als in wässriger Lösung, so dass ihre Darstellung in dieser Weise weniger Vorsicht erheischt, und endlich scheint die Schwefelsäure noch eine nicht unwesentliche Rolle bei dem Zersetzungsprocess selbst als wasserentziehendes Mittel zu spielen; ein mehr oder weniger grosser Verlust an Kohlenwasserstoff wird allerdings durch Bildung von Sulfosäuren leicht veranlasst.

Bromnitronaphtylamin in Bromnitronaphtalin angegebene Methode mit einigen Abänderungen hier in Anwendung; dieselbe beruht darauf, die Lösung der Aminbasen in conc. H_2SO_4 mit HNO_2 zu behandeln und die so entstehenden Diazoverbindungen unter Ausschluss von Wasser direct mit Alkohol zu zersetzen. Das bei einer Operation im grösseren Massstabe von uns eingeschlagenem Verfahren ist folgendes.

400 gr. Rosanilin oder die entsprechende Menge Fuchsin wurden zur Ueberführung in Leucanilin in 2000 gr. Wasser und 800 gr. conc. Salzsäure gelöst, auf dem Wasserbade erwärmt und so lange Zinkstaub eingetragen, bis die Farbe von rothbraun durch gelbbraun in hellgelb übergegangen war; die vom Zinkstaub abfiltrirte Lösung wurde mit dem gleichen Volumen conc. Salzsäure gefällt, das colirte und abgepresste Salz in heissem Wasser gelöst und wieder mit Salzsäure abgeschieden.

Durch 1—2malige Wiederholung dieser Operation entfernt man alles Zink und den grössten Theil der schmutzigen Nebenproducte.

Die durch Zersetzen des Hydrochlorats mit Ammoniak gewonnene, fast rein weisse Base, deren Menge über 300 gr. betrug, wurde weiter in 1500 gr. H_2SO_4 gelöst und diese Lösung in Portionen von je 40 gr. unter Zugabe von etwa 5 gr. Wasser mit salpetriger Säure behandelt, bis der Geruch desselben auch beim starken Umschütteln nicht mehr verschwand. Nachdem der Ueberschuss der salpetrigen Säure zweckmässig durch einen kräftigen Luftstrom verdrängt

Zur Darstellung der schwefelsauren Diazoverbindungen selbst eignet sich die Methode ebenfalls vorzüglich; man hat die Lösung der Aminbasen in der 4—5 Gew. Menge conc. Schwefelsäure mit HNO_2 zu behandeln und die Flüssigkeit vorsichtig in gut gekühlten Alkohol einzutragen; auf Zusatz von Aether krystallisiren die Diazoverbindungen beim Anilin, Ortho- unn Paratoluidin nach kleineren Versuchen sofort in reichlicher Menge und ganz reinem Zustande aus.

ist, wird die rothe Lösung in 250 gr. siedenden Alkohols in kleinen Portionen und unter stetem Umschütteln eingetragen; jeder einfallende Tropfen der schwefelsauren Lösung bewirkt eine momentane Blaufärbung des Alkohols, von der Diazoverbindung herrührend, welche indessen ebenso rasch unter starker Aldehyd- und Stickgasentwicklung zerfällt; die sich dunkelroth färbende, alkoholische Lösung darf bei richtig geleiteter Operation keine festen Substanzen abscheiden und nach dem Uebersättigen mit Natron nur wenig gefärbt erscheinen.

Die vereinigten Flüssigkeitsmengen wurden weiter zur Abstumpfung der Schwefelsäure mit conc. Kalilauge versetzt, von dem ausgeschiedenen K_2SO_4 abfiltrirt und der Alkohol so weit verdampft, bis sich im Destillationsgefäss ölige Substanzen in reichlicher Menge abgeschieden. Die rückständige Lösung wurde mit Wasser verdünnt, mit Schwefelsäure wieder angesäuert und mit Aether extrahirt, beim Verdampfen des letzteren blieb ein öliger Rückstand, der durch Schütteln mit verdünnter Natronlauge von Sulfosäuren und phenolartiger Körper befreit und von Neuem mit Aether aufgenommen wurde. Nach Entfernung des Aethers konnte der dunkelbraune Rückstand gleich der Destillation unterworfen werden; geringe Mengen Alkohol, Aether und Kohlenwasserstoffe gingen unter 360° über; bei Weitem der grösste Theil siedete oberhalb der Thermometergrenze und lieferte 85 gr. Destillat; in der Retorte blieb ein geringer, verkohlender Rückstand.

Nach der Entwässrung mit Natrium und zweiter Rectification erhielten wir 55 gr. eines hellgelben, schweren Oeles von schwach blauer Fluorescenz, das selbst in einer Kältemischung nur zu einer salbenartigen Masse erstarrte und erst beim längeren Stehen geringe Mengen kleiner, körniger Krystalle absetzte.

Besser gelingt die theilweise Isolirung des festen

Productes durch Umkrystallisirung aus Methylalcohol; aus der heissen, nicht zu concentrirten Lösung des Rohproductes in Holzgeist scheiden sich beim Erkalten reichliche Mengen eines schwach gelb gefärbten Oeles ab, welches nach einiger Zeit erstarrte und durch mehrmaliges Umkrystallisiren zuletzt in ganz farblosen, harten Prismen erhalten wird. Aus 25 gr. Rohproduct wurden so allerdings nur 8 gr. reinen Kohlenwasserstoffs gewonnen; berücksichtigt man übrigens dass die Krystallisationsfähigkeit selbst des ganz reinen Productes eine sehr geringe ist, dass die nicht erstarrenden Nebenproducte fast dieselben Löslichkeitsverhältnisse zeigen, so werden die Verluste begreiflich und es gleicherzeit wahrscheinlich, dass der grösste Theil des öligen Rückstandes ebenfalls noch aus dem festen Kohlenwasserstoff besteht.

Die Analyse der Substanz ergab Werthe, welche der Formel $C_{20}H_{18}$ entsprechen.

	Gef.	Ber.
C	92,7 %	93 %
H	7,05	7 %

Der Körper ist in Aether, Ligroïn, Benzol leicht, in kaltem Alkohol und Holzgeist schwer löslich, mit Wasserdämpfen nicht flüchtig, schmilzt bei 58°; mit Brom oder Salpetersäure behandelt, liefert er feste, schlecht krystallisirende Derivate; durch Oxidation mit $K_2Cr_2O_7$ und Schwefelsäure wird er in ein Keton vom Schmelzp. 148—149° übergeführt, welches aus Ligroïn in farblosen, meist zu kugeligen Aggregaten vereinigten Blättchen krystallisirt und nach der Analyse die Formel $C_{20}H_{18}O$ hat.

Schmelzpunkt, Zusammensetzung des Ketons, und theilweise die übrigen, physicalischen Eigenschaften unterscheiden den Körper wesentlich von den einzigen bisher bekannten Kohlenwasserstoffen der Formel $C_{20}H_{18}$, den beiden von

Zincke[8]) entdeckten Dibenzylbenzolen, so weit dieselben uns aus den bisherigen Publicationen wenigstens bekannt sind.

Was die Beziehungen desselben zum Leucanilin betrifft, so ist es uns allerdings bisher noch nicht gelungen, dieselben in umgekehrter Weise, durch Synthese des letzteren weiter zu bestätigen und es könnte diess vielleicht, mit Rücksicht auf die geringe Ausbeute, welche nur 20% der theoretischen beträgt, und die Art der Darstellung Veranlassung geben zu zweifeln an der Abhängigkeit beider Körper von einander und zu der Vermuthung, dass die Entstehung des Kohlenwasserstoffs Folge einer secundären Reaction sei, etwa in der Weise, dass das Leucanilin selbst bei dem Verfahren in seine Conponenten zerfiele und aus den hierbei entstehenden Kohlenwasserstoffen durch Aldehyd-Condensation nach Art der Baeyer'schen Synthesen höher siedende Producte entstanden wären; wir haben es desshalb nicht für überflüssig gehalten, als Controlversuch, ob eine derartige Reaction unter den gegebenen Bedingungen überhaupt eintreten kann, entsprechende Mengen Anilin- und Ortho- oder Paratoluidin genau in derselben Weise zu behandeln, konnten indessen auch nicht die geringste Spur eines über 360° siedenden Productes constatiren.

Die schlechte Ausbeute an obigem Kohlenwasserstoff scheint vielmehr der Bildung von Sulfosäuren und phenolartigen Körpern und allerdings zum geringeren Theil auch einem theilweisen Zerfall des Leucanilin in einfachere Verbindungen zuzuschreiben zu sein und wir halten uns desshalb einstweilen für berechtigt, die Verbindung als den der Leucanilin- resp. Rosanilingruppe zu Grunde liegenden Kohlenwasserstoff anzusehen, werden jedoch nicht ermangeln, diese Ansicht weiter auf experimentellem Wege zu prüfen.

Bezüglich der Constitution des Kohlenwasserstoffs, deren

8) Berichte der deutschen chem. Ges. VI. 119 u. IX. 31.

Kenntniss wir als entscheidend für die Rosanilinfrage halten, haben unsere Versuche bisher noch zu keinem endgültigen Resultate geführt. Nach den von Gräbe und Caro l. c. entwickelten Betrachtungen stand zu erwarten, dass derselbe die Formel eines Dibenzylbenzols $C_6H_4 \begin{smallmatrix} -CH_2.C_6H_5 \\ -CH_2.C_6H_5 \end{smallmatrix}$ habe, und es wäre immerhin möglich, dass derselbe, weil verschieden von den Zincke'schen Kohlenwasserstoffen, das fehlende dritte Isomere derselben ist; wir glauben uns jedoch zur Aufstellung einer derartigen Formel nicht berechtigt, bevor es uns gelungen ist, durch Oxidation ein Keton mit 2 O-atomen zu erhalten.

Aus demselben Grunde stehen wir einstweilen von einer eingehenden Discussion der Constitution des Rosanilins und Leucanilins ab und beschränken uns darauf, im Anschluss an obige Resultate auf die Beziehungen der beiden letzten Körper zu einander in einer von der Gräbe-Caro'schen Ansicht verschiedenen Weise aufmerksam zu machen.

Für das Leucanilin geht aus der Ueberführung in einen Kohlenwasserstoff $C_{20}H_{18}$, aus seiner Tribasicität und seinen sonstigen Reactionen zur Genüge hervor, dass es ein Triamin von der Formel $C_{20}H_{15}(NH_2)_3$ ist. Das Rosanilin enthält 2 H-atome weniger; diese Differenz beruht entweder auf einer Verschiedenheit der stickstoffhaltigen Gruppen oder des Kohlenwasserstoffrestes, mit anderen Worten, das Rosanilin ist ein Abkömmling des Kohlenwasserstoffs $C_{20}H_{18}$ oder $C_{20}H_{16}$.

Erstere Ansicht wird auf Grund der Rosolsäurebildung von Gräbe und Caro vertreten; nachdem es jedoch durch obige Versuche festgestellt ist, dass das Zwischenproduct dieser Reaction, das Diazorosanilinchlorid folgende Formel $C_{20}H_{13}(N_2Cl)_3$ hat, mithin sich von einem Kohlenwasserstoff $C_{20}H_{16}$ ableitet, verliert jenes Argument seine Stütze und es wird in gleichem Masse für das Rosanilin wahr-

scheinlicher, dass es ebenfalls als ein Derivat dieses Kohlen-wasserstoffs d. h. als ein Triamin von der Formel $C_{20}H_{16}(NH_2)_3$ aufzufassen ist.

Einen direkten Beweis für die Richtigkeit dieser Formel beizubringen, gelang uns durch die Untersuchung der von H. Müller entdeckten, eigenthümlichen Verbindung des Rosanilins mit Cyanwasserstoffsäure, des Hydrocyanrosanilins, welches in Entstehung und Reactionen vollständige Analogie mit dem Leucanilin zeigt.

Nach der Gräbe-Caro'schen Ansicht muss die Bildung dieses Körpers durch Anlagerung der Elemente der Blausäure an die Imidogruppen des Rosanilins, nach letzterer Formel durch Anlagerung an den Kohlenwasserstoffrest stattfinden; in einem Falle enthält die Verbindung zwei Amido- und eine mit Cyan verbundene Imidogruppe; im anderen hat sie wie das Rosanilin selbst drei Amidogruppen; die Untersuchung der von der Base sich ableitenden Diazoverbindung hat zu Gunsten der letzteren Ansicht entschieden.

Dieselbe wurde nach der gewöhnlichen Methode durch Einleiten von salpetriger Säure in die salzsaure Lösung der Base erhalten; durch mehrmaliges Abscheiden mit Alkohol und Aether gereinigt, bildet das Chlorid ein weisses, krystallinisches, sehr hygroscopisches Pulver.

Seine Zusammensetzung wurde durch Analyse des in der früher beschriebenen Weise dargestellten Goldsalzes ermittelt.

Die für letzteres gefundenen Werthe entsprechen der Formel $C_{20}H_{14}(CN)(N_2Cl)_3 + 3AuCl_3$.

	Gef.		Ber.
	I	II	
Aw	42,55	42,7	42,79
C	19,1	18,7	18,25
H	1,46	1,36	1,01
N	7,33		7,1
Cl	30,44		30,85

Bei der Zersetzung mit Wasser werden sechs Atome Stickstoff in Gasform ausgeschieden.

	Gef.	Ber.
N	6	6,08

Die Verbindung enthält mithin drei Diazogruppen; für das Hydrocyanrosanilin ergibt sich daraus mit Bestimmtheit, dass es drei Amidogruppen hat, das Cyan an Kohlenstoff gebunden enthält und aus dem Rosanilin durch Anlagerung von Blausäure an den ungesättigten Kohlenwasserstoffrest entsteht; für letzteres endlich kann damit das Vorhandensein von drei Amidogruppen und die Richtigkeit der Formel $C_{20}H_{16}(NH_2)_3$ soweit es möglich, als bewiesen angesehen werden.

Die Einwürfe, welche nach dem vorliegenden experimentellen Material gegen diese Auffassung noch geltend gemacht werden könnten, beschränken sich im Wesentlichen auf folgende zwei Punkte:

1) Die Bildung eines Körpers von der durch Gräbe und Caro aufgestellte Formel der Rosolsäure.

2) Die Resultate der Arbeiten von A. W. Hofmann über die methylirten Rosaniline, aus welchen gefolgert wird, dass nur drei H-atome im Rosanilin durch Alkoholradicale vertretbar sind.

Der erste Einwurf ist nach unseren Versuchen, wie bereits oben betont, nicht sowohl gegen die Formel des Rosanilins, als vielmehr die der Diazoverbindung gerichtet; da letztere indessen nach den analytischen Resultaten und nach der modernen Anschauung über die Diazokörper kaum anders constituirt sein kann, so sind wir allerdings genöthigt, bei der Umwandlung in die Rosolsäure, wenn deren Chinon-Natur für bewiesen gilt, einen complicirteren

Verlauf der Reaction anzunehmen, in der Weise, dass die Entstehung der Chinongruppe durch Wanderung der H-atome von den Hydroxylen nach dem ungesättigten Kohlenwasserstoffreste veranlasst wird.

Was den zweiten Punkt, die Methyl-Derivate des Rosanilins, betrifft, aus deren Studium A. W. Hofmann den Schluss zieht, es seien in letzteren nur drei H-atome durch Alkoholradicale vertretbar, so ist bereits von Gräbe und Caro zur Motivirung ihrer Formel darauf aufmerksam gemacht, dass aus diesen Versuchen ebenso gut die Existenz eines tetramethylirten Rosanilins gefolgert werden kann.

Wir sind nicht in der Lage, in ähnlicher Weise eine Formel mit drei Amidogruppen herleiten zu können, glauben jedoch dem hieraus erwachsenden Einwurf in anderer Weise entgegentreten zu können, durch die Behauptung dass die Bildung von Ammoniumverbindungen bei complicirteren Aminen die bereits erfolgte Ersetzung aller H-atome durch Alkoholradicale keineswegs hinreichend beweist.

Unsere Ansicht stützt sich auf die von dem Einen von uns[9]) bei dem Studium der Aethylderivate des Phenylhydrazins gefundene Thatsache, dass hier bereits Ammoniumbildung eintritt, wenn von den drei H-atomen der Hydrazingruppe nur eins durch Aethyl vertreten wird. Dass ähnliche Verhältnisse bei einem Amin von der complicirten Zusammensetzung des Rosanilins eintreten sollen, hat wenig Befremdendes.

---

9) Aus dem Reactionsproduct der Einwirkung von $C_2H_5.Br$ auf Phenylhydrazin wurde ein Körper von der Formel $C_6H_5.N_2H_2.C_2H_5.C_2H_5Br$. in erheblicher Menge isolirt, der als Ammoniumverbindung characterisirt ist.

Die Details der Untersuchung sollen demnächst mitgetheilt werden. E. Fischer.

Jedenfalls können hiernach die letzt besprochenen Punkte für die Beurtheilung der Rosanilinfrage keineswegs die Bedeutung haben, wie die aus der Untersuchung der Diazoverbindungen erhaltenen Resultate und wir halten desshalb mit Zusammenfassung aller Für- und Gegengründe die Formel des Rosanilins $C_{20}H_{13}.(NH_2)_3$ für den vollkommensten Ausdruck der bekannten Thatsachen.

Sitzung vom 17. Juni 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr Voit legt eine Abhandlnng vor:

Structurlose Membranen bei Wirbelthieren und Wirbellosen von Prof. **Kollmann.**

Für die Entstehung structurloser Membranen fehlen bis jetzt die geeigneten Untersuchungsobjecte. Bei den marinen Formen der Acephalen glaube ich einzelne Stellen in den Kiemen gefunden zu haben, bei unseren Süsswasserformen sind es vor allem die Grenzschichten des Mantels, überdies die Oberfläche des Darms, welche sich für das Studium ganz sehr gut eignen.

Die Acephalen sind unter den Wirbellosen deshalb ganz besonders vorzuziehen, weil die Bindesubstanz aus Gallertgewebe also aus einer embryonalen Form besteht, in der abgesehen von Bindesubstanzzellen und wenigen Muskelfasern nur äusserst selten andere Fasern auftreten, welche überdies nach ihrem Glanz, der Art ihres Verlaufes, der Widerstandsfähigkeit gegen Säuren unter die elastischen Elemente zu rechnen sind. Trifft man unter solchen Umständen in dieser Klasse auf structurlose Membranen, welche allen Forderungen

entsprechen, welche die Histiologie an solche stellt, so ist wohl zweifellos der Schluss berechtigt, dass hier aus dem Gallertgewebe jene Membranen und Grenzschichten sich entwickelt haben. Ja noch mehr, es scheint mir dann mehr als wahrscheinlich, dass auch bei den Wirbelthieren diese embryonale Form der Bindesubstanz für die elastischen Häute ein bedingendes Moment sei.

Untersuchen wir zunächst die Acephalen und zwar das Vorkommen structurloser Gebilde in den Kiemen der marinen Formen.

Sie treten bei den Arcaceen, Mytilaceen und Ostraceen in zweierlei Formen auf: als structurlose blutführende Kiemengefässe (vollkommen geschlossene Röhren), und als solide solide Stächen. Sehr oft kommen beide nebeneinander vor, ja vielleicht ist das überhaupt die Regel. Die blutführenden Röhren, arterielle und venöse Kapillaren tragen den Character structurloser Schläuche in ganz unzweifelhafter Weise an sich. Obwohl das Gallertgewebe ja an und für sich stark lichtbrechend ist, treten z. B. bei Pinna nobilis und mauricata, Pecten etc. dennoch die dünnen Wände ganz besonders scharf hervor. Sie leuchten als helle Bänder, scharf contourirt, und parallel also von gleicher Dicke aus der Grundsubstanz hervor. Die Dicke der Röhrenwand beträgt ungefähr 1,5 μ., die Weite des Rohres selbst 20 μ. Das sind also verhältnissmässig feine Kanäle. Bei der ebenerwähnten Species liegen 10 – 12 zu beiden Seiten der schmalen Falten, welche wie Coulissen frei von der Kiemenfläche abstehen. Sie lasssen sich von den zu- und abführenden Kiemengefässen aus injiciren, womit also jeder Zweifel ihrer Röhrennatur gehoben ist.

Querschnitte nicht injicirter Kiemen lassen nur in sehr seltenen Fällen diese Röhrennatur erkennen, denn an Weingeistpräparaten klaffen die durchschnittenen Kanäle nicht, wie an Osmiumpräparaten, die Wände liegen vielmehr

aneinander und folglich wird man in all diesen Fällen etwas ganz anderes, nemlich solide Stäbchen vermuthen.

Bei Pinna und Pecten, besonders bei der letzteren Familie kommen in der Kieme auch stärkere Röhren vor. Namentlich ist eine in hohem Grade merkwürdig geformt. Sie birgt keinen cylinderischen, sondern einen mäandrisch verschlungenen Kanal; die Wände sind folglich nicht nur an verschiedenen Stellen verschieden dick, sondern ziehen sich überdies an den Rändern in feine Membranen aus, welche zwischen dem Gallertgewebe stecken. Die Dicke dieses Rohres beträgt 70 μ.

Diese dicken Röhren haben nun keine structurlosen Wände mehr im strengen Sinn. Die lichtbrechende Kraft, der Widerstand gegen Säuren und Alkalien sind zwar dieselben wie bei den feinen, aber der Längsaxe parallel findet man bei genauerem Zusehen feine Streifen, und rechtwinklich gehen Fasern ab, die ich als Gallertfibrillen bezeichnen will.

Die feinen Streifen erklären sich bei der Vergleichung anderer Massen verdichteten Gallertgewebes entstanden durch wiederholte Auflagerung neuer Schichten. Bei Mytilus besteht die Kieme bekanntlich aus Fäden; jeder Faden enthält einen Kanal, der, abgesehen von den Endothelien, aus zwei Hälften eines verdichteten Gallertstranges besteht. Isolirt stellt jede Hälfte eine kleine Rinne dar, deren Ränder verdickt sind.

Dieses Gallertgewebe ist nun nicht mehr vollkommen gleichartig, sondern zeigt nach jeder Behandlung äusserst feine Streifen. Von der Fläche gesehen erscheint der nach kurzer Marceration durch Abpinseln von seinem Epithel befreite Kanal auf der Fläche fein linirt, auf dem Querschnitt so als ob die Wände aus mehreren Schichten beständen. Die feinen der Längsaxe parallelen Linien, welche nur an den verdickten Stellen zu finden sind, entsprechen aber nicht

Fasern, sondern sind der Ausdruck der aufeinanderliegenden im Querschnitt deutlich erkennbaren Schichten. Das geht einmal aus dem Vergleich des Längsschnittes mit dem Querschnitt hervor, dann aber daraus, dass es bei keinem Versuche gelingt, Fibrillen abzuspalten. Man konnte noch ferner hervorheben, dass auch der Character der feinen Linien die Annahme von Fibrillen als des Grundelementes ausschliesse. Bei starken Vergrösserungen bestehen nämlich die Linien aus einzelnen hintereinander liegenden Punkten, was mehr auf eine leicht granulirte Zwischensubstanz als auf fibrillären Bau schliessen lässt.

Leider fehlen bis jetzt entwicklungsgeschichtliche Studien über den Aufbau der Kieme, aber nach alledem was die vergleichende Untersuchung lehrt, darf man sich die Entstehung der Gefässröhren sowie der soliden Stäbchen als eine Ausstülpung vorstellen. Am Insertionsrand der Kieme ist der Ausgangspunkt; das zuführende Gefäss vergrössert seine Bahn durch rechtwinklig abgehende Kanäle, die nach bogenförmigen Verlauf wieder in die Nähe des Ausgangspunktes zurückkehren, um das Blut in das abführende Kiemengefäss zu entleeren. In den Fadenkiemen bei Mytilus verhält sich die Anlage genau in dieser Weise Nun besitzt das obengeschilderte verdichtete Gallertgewebe bei dem ganz jungen Thiere nicht dieselbe Dicke und Ausdehnung wie bei dem Erwachsenen, wie die Untersuchung kleiner und grosser Exemplare ergibt. Bei den kleinen sind die das Gefäss einschliessenden Hohlplatten dünner, als bei den grossen. Die Zunahme erfolgt durch allmählige Verdichtung des am äusseren Umfang befindlichen Gallertgewebes und die Hohlplatten bei Mytilus entsprechen also structurlosen Häuten, welche aus mehreren Schichten bestehen, worauf die feinen Linien hinweisen. Instructiv für eine richtige Auffassung dieses verdichteten Gallertgewebes ist auch das Verhalten der Röhren am I n s e r t i o n s r a n d der Kieme. Bei ent-

sprechenden Querschnitten wird auf das Bestimmteste erkannt, dass deutliche Züge des Gallertgewebes sich mehr und mehr an die Seitenwände des Gefässes hinwenden und allmählig so die Hohlkehle und ihre Dicke herbeiführen. Die Züge, so erscheinen sie im Querschnitt, zeichnen sich von der Umgebung aus durch ihre lichtbrechende Kraft, durch dieselbe Eigenschaft, die alle structurlosen Membranen characterisirt. Verfolgt man endlich ihren Anfang im Sinus branchialis afferens, der sogn. Kiemenarterie, so schwindet jeder Zweifel an der Richtigkeit meiner Auffassung, denn die sogen. „Arcaden" bestehen weder bei Mytilus noch bei unseren Süsswasserformen aus Arcaden des Stützgerüstes (wie jüngst Posner[1]) wieder hervorgehoben hat, sondern aus Wülsten gewöhnlichen Gallertgewebes, das die Mündungen wallartig einsäumt. Sie machen den Eindruck von Arcaden, aber sie bestehen nicht aus bogenförmigen Uebergängen zweier Kiemenstifte. Diese hören vielmehr im Innern dieser Wülste wie man z. B. auch bei den Unionaceen nach einer Untersuchung der betreffenden Stelle sehen kann, auf.[2])

Eine andere Gattung der Acephalen eignet sich gleichfalls für den Nachweis, dass die sogn. Stäbchen in den

---

1) Posner, Bau der Najadenkieme. Arch. f. mkr. Anat. Bd. XI.

2) Auch das mit Kalk imprägnirte Gallertgewebe der Stäbchen bei Anodonta und Unio geht innerhalb dieser Wülste in gewöhnliches Gallertgewebe über. Wenn Posner angibt, man könne niemals ein Aufblättern sehen, so ist dagegen zu bemerken, dass der allmählige Uebergang der structurlosen verdickten Schichten (marine Formen), und derjenige der verkalkten Stifte (der Süsswasserformen) in gewöhnliches Gallertgewebe im Innern dieser Wülste stattfindet. Es wurde schon erwähnt, dass die Kiemenstäbchen der Najaden als Streifen des verkalkten Gallertgewebes aufzufassen sind. Die organische Grundlage bleibt nach Behandlung mit Säuren zurück. Bei den Meeresformen habe ich nirgends verkalkte Stäbchen gefunden.

Kiemen aus Röhren bestehen, die aus dem Gallertgewebe hervorgegangen alle Eigenschaften von structurlosen Membranen haben, es ist die Gattung Ostrea.

Sie ist noch ganz besonders zur Untersuchung zu empfehlen, weil neben den röhrenförmigen Stäbchen auch solide vorkommen, die sich gegen das Licht und gegen Reagentien vollkommen gleich verhalten wie structurlose Membranen. Auf 10 feine structurlose Röhren folgt erst ein Paar schmaler, solider Stäbchen, dann ein Paar stärkerer aus structurloser Substanz gebildet.

Durchschnitte der Kieme zeigen, dass sich die Substanz der Stäbchen nicht unterscheidet von den structurlosen Membranen der Stäbchenkanäle. Dieselbe Erscheinung kehrt bei der hohlkehlenartig geformten Leiste wieder, welche in dem Fadenrohr von Mytilus steckt; sie ist nach vorn und hinten verdickt, in der Mitte misst aber ihr Durchmesser kaum 0,5 μ. Verdickungen und Auswüchse gegen das Lumen des Gefässrohres erzeugen aus einem ursprünglich einfachen Kanal jenen mäandrischen Gang, den ich von Pecten oben erwähnt habe.

Alle diese verschiedenen Formen, welche man als Stützgerüste der Kiemen zusammenfasst, sind aus ein und derselben Grundsubstanz geformt, aus dem Gallertgewebe der Acephalen und stellen structurlose Platten, Röhren oder zusammengesetzte Stäbe dar, die in die Kieme eingefügt sind. Bei den Süsswasserformen sind sie überdies verkalkt.

Betrachten wir nunmehr die structurlosen Membranen deren Existenz bei den Acephalen durch die Angaben Flemming's[3])

---

3) Flemming W. Ueber Bindesubstanzen und Gefässwandung bei Mollusken mit 1 Tafel. Rostock 1871, S. 12.

in Frage gestellt wurde, nachdem frühere Beobachter solche angenommen.

Besteht die Bindesubstanz aus Gallertgewebe, dann muss sich, das lässt sich mit aller Bestimmtheit voraussagen, dieselbe Gewebsform auch auf den Grenzschichten der Organe wiederfinden. Und ist sie nur in geringem Grade resistenter als die übrige Masse des Organs, dann wird man schon mit einigem Recht von einer structurlosen Schichte sprechen können. Genügt sie überdies einem grossen Theil jener Anforderungen, die an solche Grenzschichten gestellt werden: Entstehung aus einem Gewebe das structurlos ist per se, Widerstand gegen Säuren und Mangel irgend einer faserigen Beschaffenheit, dann scheint mir die Bezeichnung „structurlos" unanfechtbar. Solche Grenzschichten sind nun bei den Acephalen, wie schon erwähnt, an vielen Stellen ihres Körpers nachzuweisen, so an der Aussen- und Innenfläche des Mantels, an der innersten Lage der Darmwand und der Darmleiste) Najaden) an den Mundtentakeln und an der Oberfläche des Fusses. Von den Najaden sind sie theilweise bekannt, bei den marinen Formen habe ich sie am Mantel namentlich bei Pinna auf das schärfste ausgeprägt gefunden, ebenso am Kiementräger von Pecten Jacob. der sich durch besondere Dicke auszeichnet und zahlreiche lacunäre Blutbahnen enthält. Die Grenzschichten haben eine Dicke von 15—20 μ., erscheinen bei schwachen Vergrösserungen (300/1) ganz von dem Ansehen einer Membrana elastica posterior des Auges, auch bezüglich der scharfen Abgrenzung gegen die anstossenden Schichten. Bei Anwendung von Tauchlinsen schwindet jedoch die letztere, und im Mantel, das am meisten der Untersuchung zugängliche Object, sieht man die tiefen Lagen der Gallertstränge allmählig in jene Grenzschichte übergehen.

Ganz denselben Eindruck haben diese Verhältnisse auf

Flemming gemacht. Er sieht die Grundsubstanz in ein spärlich ausgebreitetes Gewebe von dichterer Fügung unmittelbar übergehen. In dieser Grenzschicht finden sich bei der Betrachtung mit Tauchlinsen allerdings äusserst zarte Streifen, die aber mit fibrillärem Bindegewebe nichts gemein haben, auch nicht von Ausläufern spindelförmiger Zellen herrühren, welche aus der Tiefe aufsteigen und etwa die Streifung verstärken. Die Streifen sind hier ebenso wie bei den Kiemenstäbchen oder Röhren aus Körnerreihen zusammengesetzt, selbst bei ganz frischen Thieren. Dies steht aber nicht im Einklang mit unserer Vorstelllung von Fasern, welche aus Ausläufern der tieferliegenden Zellen sich bis in die Grenzschichte erheben sollten, denn die Ausläufer erscheinen wie starre drehrunde Fasern und haben auch keine entfernte Aehnlichkeit mit den nur schwer erkennbaren Körnchenreihen, die noch dazu nur kurze Strecken sich verfolgen lassen. Ich kann auch hier die Streifen nur für Zeichen der schichtenweisen Zunahme jener starkglänzenden Grenzschichten ansehen, welche in der Jugend des Thieres äusserst dünn, mit dem Alter jedoch umfangreicher werden. Neue Schichten verbinden sich mit den schon vorhandenen, und zwischenliegende mikrospisch feine Lagen einer weniger resistenten also das Licht anders brechenden Substanz werden schon genügen, um jene feine Streifung hervorzubringen.

Von ganz entscheidende Beweiskraft für das Vorkommen structurloser Membranen ist ein weites, seltsam geformtes Gefäss bei Pecten, das jedoch nur durch ein besonderes Verfahren der Untersuchung zugänglich gemacht werden kann. Es ist vor Allem die Injection von Wasser, Alkohol oder Argent. nitric. in den Sinus branch. aff. unerlässlich. Bei Gelegenheit meiner Injectionen mit gefärbten Massen wurde ich zuerst darauf aufmerksam. Hat man durch Pinseln das Epithel entfernt, so präsentirt sich eine zarte, das Licht

stark brechende Haut von 9 μ. Dicke, welcher das Epitheton „structurlos“ mit demselben Recht gebührt als irgend einer Membrana elastica posterior.

Ich verkenne nicht, dass durch meine Auffassung der Stäbe, Röhren und Membranen der Begriff „structurlos“ sehr weit gedehnt ist, aber es gibt wie mir scheint, keine andere Wahl. Für die Bezeichnung „Knorpel“ fehlt sowohl der chemische Nachweis einer leimgebenden Substanz als die übliche Beigabe von Zellen. Abgesehen von dem chemischen Verhalten könnte vielleicht dennoch der Ausdruck Knorpel in Betracht kommen, wenn Bindesubstanzzellen irgend welcher Form aufzufinden wären. Allein die völlige Abwesenheit darf als ein günstiges Zeichen mehr gelten für meine Annahme, dass hier verdichtetes Gallertgewebe vorliegt.

Die früheren Arbeiten über den Bau der Kiemen sind was die Natur dieses Stützgerüstes der Stäbchen und Stifte betrifft, zu einer wesentlich anderen Auffassung gelangt. Langer und v. Hessling urtheilen nur nach der Unterchung der Süsswasserformen, Posner hat auch die Formen des Meeres geprüft.

Langer[4]) nennt „Gegliederte Knorpel-(Chitin-)Stifte“ ohne jedoch auf eine genauere Erörterung einzugehen. von Hessling[5]) gibt an, sie beständen bei Unio aus kohlensaurem Kalk, und nach der Behandlung mit Säuren trete ihr blätteriges Gefüge erst recht deutlich hervor, Posner[6]) endlich betrachtet sie, richtig als „lokale Verdickungen des Leistengewebes“, huldigt der Annahme einer Metamorphosirung zelliger Elemente und behält den hergebrachten Namen

4) Langer: Das Gefässsystem der Teichmuschel. Denkschriften der Wiener Akademie 1856, math. natw. Cl. XII Bd. II. Abhandl. S. 44,

5) v. Hessling: Die Perlmuscheln und ihre Perlen mit 8 Tafeln. Leipzig 1859, S. 228.

6) Posner C.: a. a. O. S. 26 u. ff.

„Chitinstäbchen“ bei, betont jedoch, dass die Kennzeichen hierfür z. Z. mehr negativer Natur sind.

Wenn Posner geneigt ist, „die Stäbchen als lokale Verdickungen des Leistengewebes“ aufzufassen, so ist dies ein Boden, auf dem sich unsere Anschauungen begegnen. In der That sie sind nichts anderes, als lokale Verdichtungen des Gallertgewebes. In dem einen Fall stellen sie einfach verdichtete, structurlose Stränge dar, in dem andern haben sie noch dazu Kalk und zwar vorzugsweise kohlensauren Kalk aufgenommen, den sie durch Behandlung mit Säuren unter Aufbrausen verlieren. Dabei verschwindet gleichzeitig auch ein Theil ihres charakteristischen Glanzes, sie werden zu blässeren Strängen, welche nur noch aus der organischen Grundlage bestehen. Die Ablagerung von Kalk in den Kiemenstäbchen der Najaden ist zweiffellos. Um sich davon zu überzeugen, isolirt man am besten eine Anzahl derselben durch Maceration und setzt sie dann der Wirkung der Säure aus. Ich halte also gegen Posner die Angabe aufrecht, dass bei den Unioniden die Stäbchen aus regelmässig geformten Strängen eines verkalkten Gallertgewebes bestehen. Aus kohlensaurem Kalk bestehen sie allerdings nicht ausschliesslich und so hat er die Angaben v. Hessling's wohl zunächst aufgefasst, sie haben auch eine organische Grundlage, und diese ist es, welche mit dem Gallertgewebe sowohl am Insertionsrand als am freien Kiemenrand zusammenhängt. Man kann unter solchen Umständen also mit Fug und Recht von einem verkalkten Gallertgewebe in der Najadenkieme sprechen. Die vergleichende Untersuchung der soliden und röhrenförmigen Stäbchen ergibt ferner, dass im Laufe der phylogenetischen Entwicklung das solide Stäbchen nur aus einer verdickten Stelle des Stäbchenkanals hervorgegangen ist.

Der Stand unserer Kentnisse gestattet noch nicht, die Histiogenesis dieser lokalen Verdichtungen darzulegen, nur

so viel scheint gewiss, dass Zellen sich nicht direkt an ihrem Aufbau betheiligen. Wie auch Posner hervorhebt, lässt sich nirgends eine Zellenspur in dem verdichteten Gewebe auffinden, und ferner wissen wir aus der Entwicklung der structurlosen Häute, dass Zellen dabei keine Rolle spielen. Man ist geneigt, das Stützgerüste der Acephalenkieme, wie auch viele structurlose Membranen der Wirbelthiere als Ausscheidungen aufzufassen. Aber nach den oben mitgetheilten Erfahrungen scheint sich wenigstens bei den niederen Thieren der ganze Vorgang anders zu gestalten. Man findet zwar an dem die Stäbchen jeder Art umgebenden Gallertgewebe Bindesubstanzzellen, welche ja für die Entstehung der Intercellularsubstanz von entscheidender Bedeutung sind, ob sie aber auch dafür verantwortlich gemacht werden können, dass an bestimmten Stellen hier verdichtete dort verkalkte Lager unter ihrer besonderen Leitung entstehen, scheint mir doch sehr fraglich. Unterscheiden sich doch die Zellen in nichts von denen anderer Gebiete des Gallertgewebes, das nicht verdichtet ist. Und bliebe nicht durch eine solche Annahme der ganze Prozess ebenso dunkel? Wäre es nicht möglich, dass die Grundsubstanz aus uns ebenso unbekannten Gründen sich verdichtet. Angesichts der vielen Fasern, die ich im Gallertgewebe der Mollusken abseits von Zellen, unabhängig, verlaufen sehe, halte ich die letztere Deutung für vollkommen berechtigt. Die Untersuchung des Kopfknorpels der Cephalopoden und des Gallertgewebes der marinen Formen der Acephalen gibt zahlreiche Belege, dass Fasern unabhängig von Zellen in der Grundsubstanz auftauchen. Der Kopfknorpel der Sepien ist vielleicht ein Unicum, weil jeder Zweifel ausgeschlossen bleibt, als ob vielleicht die Fasern mit Zellen in Zusammenhang stehen könnten. Sie kreuzen nemlich im rechten Winkel die sog. Zellenausläufer. Nicht minder zweifellos ist die Sachlage im Kiemengewebe von Pinna. Die Fasern, welche histiologisch

als elastische Fasern feinster Art aufgefasst werden müssen, sind unabhängig von Zellen entstanden, hängen nie mit solchen zusammen, sind Verdichtungen der Grundsubstanz Ausscheidungen derselben wenn man sie so nennen will. Drängt sich nun nicht, wenn man diese Entstehung vor Augen hat, die Ueberzengung auf, dass von der Verdichtung der Grundsubstanz zu einer Faser, bis zur Entstehung von Stäbchen, Stiften, Platten und Membranen ein allmähliger Uebergang hinüberleite? Wenn Verdichtungen innerhalb der Grundsubstanz nachweisbar ohne die directe Hilfe der Zellen auftauchen und im Kopfknorpel der Sepien und bei Pinna haben wir Beweise, dann stehen wir doch vor einer molecularen Umwandlung der Grundsubstanz, dann liegt hier ein physiologischer Act der Intencellularsubstanz vor uns, dann sind die Zellen wohl eine entfernte, aber nicht die nächste Bedingung für die Entstehung der Fasern. Ich beabsichtige damit nicht die alte Lehre von den „Zellenausscheidungen aufzuheben, aber das scheint mir allerdings dringend nothwendig, ihre allgemeine Giltigkeit zu beschränken und zu sagen: es gibt structurlose Membranen entstanden durch Verdichtung der structurlosen Grundsubstanz.[7])

Zu den letzteren gehören zweifellos die structurlosen Schichten, welche von der Oberfläche verschiedener Organe bei den Najaden erwähnt wurden. Sie gehen aus einer dichteren Fügung des Gallertgewebes hervor. In der Tiefe umspannen die Gallertbalken Lacunen, an den Grenzflächen fliessen sie ineinander und bilden eine structurlose Schichte,

---

7) Ob bei den Wirbelthieren durch Zellenausscheidungen irgendwo structurlose Membranen entstehen, scheint mir fraglich. Zellauscheidungen ohne den Charakter structurloser Membranen gibt es zwar bei den Wirbelthieren wenn auch wenige (Schmelzprismen); zahlreicher sind sie bei den Wirbellosen: der Panzer der Insekten und Crustaceen, die Schalen der Mollusken etc.

welche von einem Zellenlager bedeckt ist. Angesichts der hier nachweisbaren Umgestaltung des Gallertgewebes dürfte wohl Niemand geneigt sein, diese structurlose Haut als ein Product des Zellenbeleges aufzufassen. Dieselbe Erklärung erscheint auch als die einzig naturgemässe für die Entstehung der structurlosen Röhren und Stäbe, welche das Kiemengerüst ausmachen. Mit ihrer Annahme wird gleichzeitig verständlich, wie die structurlosen Membranen allerwärts einem Epithel oder nach Umständen einem Endothelbeleg als sichere Grundlage dienen können. Bei unseren hier beleuchteten niederen Thieren befinden sich beide Zellenformen auf dem natürlichen Boden, direct auf der Grundsubstanz des Gewebes. Betrachtet man z. B. das Stützgerüste von Mytilus als eine Chitinbildung, dann hat ein Endothelbeleg in der Röhre etwas fremdes, unerklärliches und bliebe für immer räthselhaft; aber bei meiner Auffassung der structurlosen Membranen und der structurlosen Röhren als verdichtetes Gallertgewebe ruhen die Zellen auf ihrem von Afanng an natürlichen Boden, der structurlosen Bindesubstanz.

Die Consequenzen dieser Auffassung für die Mehrzahl der structurlosen Häute bei den Wirbelthieren liegen nahe.

Um mit der schon erwähnten Membrana elastica posterior der Cornea zu beginnen, so halte ich sie für verdichtetes Gallertgewebe, für einen zurückgebliebenen und durch Wachsthum vergrösserten Theil der embryonalen homogenen Bindesubstanz.

Für eine solche Deutung sprechen alle Untersuchungen über die Beschaffenheit der Descemetiana. Bei Kalbsembryonen von 8 Ctm. Länge, bei menschlichen Embryonen aus dem 2. und 3. Monat findet sie sich nach Donders[8]) schon mit demselben structurlosen Aussehen, wie beim aus-

8) Ich citire nach Rollett Al. Ueber die Hornhaut. Stricker's Hanbbuch S. 1130.

gewachsenen Thier, nur ist sie dünner. Auf dem Durchschnitt zeigt sie das bekannte stark lichtbrechende Vermögen wodurch sie sich scharf von dem eigentlichen Hornhautgewebe abhebt. Im frischen Zustande zeigt sie keine mikrosk. erkennbare Structur, nur manchmal nimmt man an Bruchflächen eine der Oberfläche parallele undeutliche und unterbrochene Streifung wahr. Am Rande, an dem von Waldeyer[9]) „Iriswinkel" genannten Raum zwischen Iris und Sklero-Cornea fasert sie sich auf, und hilft ein Balkenwerk bilden, dessen Fasern, namentlich die direct von ihrer Zerfaserung herrührenden, bekanntlich Säuren widerstehen und mit Bindegewebsbündeln nichts gemein haben. Ich habe diese Erscheinung namentlich an dem Auge der Katze beobachtet, die dafür ganz besonders geeignet ist.

In demselben Organe findet sich noch an einer anderen Stelle Gallertgewebe, aber in verschiedenen Graden von Dichtigkeit, ich meine die Suprachorioidea und das Stützgerüste der Retina. In dem ersteren Fall weich mit pigmentlosen und pigmentirten Rundzellen und Sternzellen, ferner mit faserartigen Verdichtungen durchsetzt, gleicht es in hohem Grade einer Form des Gallertgewebes, wie ich sie bei Gastropoden und speciell bei Aplysia gefunden habe. Die Suprachorioides ist gleichzeitig ein eminentes Gebiet um zu zeigen, dass die Entstehung der Fasern von den Zellen **völlig unabhängig ist**, dass sie als Producte der Intercellularsubstanz aufgefasst werden müssen.[10]) Gallertgewebe bildet auch die Grundlage der Chorioidea und

9) Ich führe als Gewährsmann Waldeyer an, Artikel Sklera in Graeffe u. Saemisch Handbch. d. ges. Augenheilkunde Bd. I, S. 226.

10) Sieh darüber die betreffende Erklärung Henle's in seinem Handbuch der system. Anatomie des Menschen, Eingeweidelehre. Braunschweig 1866, S. 617, Anmerkung.

verdichtet sich nach innen zu der sogn. Balsamenbran, ebenso, wie sie sich auf der Oberfläche des Glaskörpers zur Hyaloidea verdichtet. Das Stützgewebe der Retina mit seinen Fenstern und breiten, dreieckigen Fasern ist eine andere Form des Gallertgewebes, das also im Auge des Menschen und der Thiere eine bedeutende Rolle spielt.

Aber nicht allein in dem Auge erfüllt es so grosse Aufgaben, im ganzen übrigen Körper ist es an dem Aufbau der Organe betheiligt.

Im Gehirn sind die Bündel der Arachnoidea einzeln oder mehrere zusammen von hellen structurlosen Scheiden des Gallertgewebes umhüllt. Auf der durch das Wachsthum vermehrten und verdichteten Grundsubstanz sitzen die Reste der Embryonalzellen: Kern und Protoplasma (von letzterem manchmal nur Spuren). Oft löst sich das Gallertgewebe in Form von Häutchen oder Platten ab. Sitzen Zellen darauf so stellen sie die sog. Häutchenzellen der Autoren dar. Es bedingt ferner die bekannten Einschnürungen nach Anwendung von Säuren. Dasselbe umhüllende Gallertgewebe findet sich freilich in geringerer Menge auch zwischen den Bündeln der Arachnoides, zwischen dem geformten Bindegewebe der Haut, den fibrösen und serösen Membranen, findet sich in den Bändern, es stellt ferner die Kittsubstanz zwischen den Fibrillen dar, deren Lösung durch Kalkwasser Rollett gelehrt hat, Es ist hier das eigentlich bindende Element des sog. Bindegewebes.

Das embryonale Gallertgewebe persistirt, verdichtet als Bindesubstanz in den Drüsen. Am häufigsten beobachtet tritt es dort unter der Form der structurlosen Drüsenmembranen auf. Ihre Hohlfläche, der eigentliche Drüsenkanal wird dann durch Zellen überkleidet, die während des ganzen Lebens auf embryonaler Grundlage ruhen.

Diese structurlosen Häute bergen ebensowenig, wie die

Descemetiana zellige Elemente, diese sitzen tiefer zwischen den Kanälchen. In der jüngsten Zeit ist die Betheiligung des Gallertgewebes an einem drüsigen Organ mit besonderer Schärfe abgebildet worden, nemlich im Hoden von v. Michalkovics [11]). Zwischen ächten Bindegewebsbündeln sitzen die Reste der embryonalen Zellen, die fixen Bindegewebszellen, die Bindegewebskörperchen. Sie werden von v. M. hier als Endothelzellen aufgefasst, und den sog. Häutchenzellen endotheloider Character beigelegt, wozu bei meiner Deutung und nach meinen Erfahrungen über die Lymphbahnen kein Grund vorliegt. Man hat es zwischen den Hodenkanälen zumeist mit Lymphlacunem zu thun, nicht mit Lymphgefässen, nur die letzteren besitzen aber Endothel, die Ersteren nie. Ich betone übrigens, dass v. Mihalkovics diese sog. Endothelien „von etwas anderer Natur findet als in den Gefässen"![12])

Das Gallertgewebe existirt ferner bei dem Erwachsenen fort zwischen dem fibrillaren Bindegewebe der Schleimhäute und zwar überall da, wo sich die sogenannte cytogene Bindesubstanz (Kölliker) hat nachweisen lassen; diese ist Gallertgewebe auf einer specifischen von dem gewöhnlichen Bindegewebe verschiedenen Entwicklungsstufe. Am klarsten tritt diese Form des Gallertgewebes auf in den Lymphdrüsen und in der Milz als Reticulum. Bei Lymphdrüsen jugendlicher Thiere sind die Bindegewebskörper auf den Fasern des Netzes sehr zahlreich, bei erwachsenen Thieren ist ein grosser Theil verschwunden. Die Fasern der cytogenen Substanz (Reticulum, zuerst von Billroth nachgewiesen), hat zwar nicht die grosse Widerstands-

---

11) v. Milchalkovics. Beiträge zur Anat. und Hist. des Hodens. Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig mitgeth. v. C. Ludwig 1874 mit 3 Tafeln. Fig 8, Tafel III. und S. 1 (217).

12) v. Michalkovics a. a. O., S. 30.

fähigkeit gegen Säuren, wie die feinen Häutchen an der Arachnoides u. s. w. aber grösser ist sie als die der gewöhnlichen Fibrillen[13]). Ihre Insertion an den Blutkapillaren gleicht jener der Gallertfibrillen, die ich bei den Lamellibranchiern unter denselben Umständen ebenfalls an Kapillaren gefunden habe.

Ob nicht auch die Neuroglia des Centralnervensystems unter diese Gewebsgruppe gehört, müssen weitere Untersuchungen lehren; schon jetzt aber scheinen viele Gründe dafür zu sprechen, sie als ein modificirtes Gallertgewebe aufzufassen. Das Gallertgewebe tritt ferner in reifen Körper auf, verdichtet und vermehrt als feinste elastische Fasern, als elastische Bänder: Ligg. flava, Lig. nuchae, gewisse Bänder des Kehlkopfes, ferner als elastische Netze und gefensterte Häute in den Arterien.

Für meine Auffassung des elastischen Gewebes und seiner Entstehung aus embryonalen Gallertgewebe mit specifischer Weiterentwickelung in der Richtung der elastischen Substanzen spricht einmal die schon oben erwähnte und von vielen Seiten klar ausgesprochene Thatsache, dass die elastischen Fasern in dem embryonalen Gallertgewebe ohne Betheiligung der Zellen entstehen. So ist es bei den Wirbellosen, so bei den Wirbelthieren. Ferner spricht dafür der Umstand, dass von der Entstehung feiner elastischer Fasern bis zu derjenigen starker Fasern und Faserbündel eine Reihe von Uebergängen leitet. Wenn die Entwicklungsart der Einen zugegeben wird, hat auch die der Uebrigen nur etwas graduell nicht etwas prinzipiell verschiedenes an sich.

Man hat bisher nur allzusehr das fibrilläre Bindegewebe im Auge gehabt und seine Entstehung aus Zellen urgirt. Wenn nun auf der einen Seite die vergleichend histiologischen Untersuchungen, und ich werde dies nament-

13) Rollett a. a. O., S. 49.

lich durch die Mittheilung meiner Erfahrungen bei den Mollusken darthun, auf das entschiedenste gegen eine directe Betheiligung der Zellen an dem Aufbau der Fasern sprechen, und andererseits die Entdeckungen über die Beschaffenheit der Häutchenzellen auch bei den Wirbelthieren die jetzt herrschende Theorie von der Entstehung der Fibrillen durch das Zellprotoplasma geradezu unmöglich machen, so fällt ein Theil der das embryonale Gallertgewebe umbildenden Vorgänge in das Bereich der Intercellularsubstanz, dann ist sie die sich ändernde, chemisch und physikalisch durch den Wachsthumsprozess sich umgestaltende Substanz, nicht die Zellen

Diese bleiben mit nicht allzu grossen Unterschieden dieselben; nur dann bekommen sie ein etwas auffallendes Ansehen, wenn sie Pigment aufnehmen; sonst ist das „Bindegewebskörperchen" sich aller Orten ziemlich gleich, besteht wie es M. Schultze beschrieb, aus Kern um den sich körniges Protoplasma in grösserer oder geringerer Menge findet. Die complicirte Platte, welche Ranvier als „cellule plate" zum erstenmal ausführlich beschrieben hat, gehört nicht zum Bindegewebskörperchen als solchem, sondern ist ein Theil des Gallertgewebes, auf dem die Zellen in der Regel, nicht immer sitzen. Es gibt eine Menge Stellen in den Mittheilungen der Autoren und in dem ausgezeichneten Atlas von Axel Rey und Gustav Retzius,[14]) an denen das Gallertgewebe als umhüllendes Häutchen oder als ausfüllende Schichte in den Maschen der Bindegewebsbalken sitzt, ohne Kern und Protoplasma; was soll aber das Häutchen ohne die elementaren Theile des Bindegewebskörperchens? Das ist nur einer jener Gründe, welche die Platte in ein anderes Gebiet verweisen als das einer Zelle.

Wollte man dem Häutchen diese hohe Stellung be-

---

14) Axel Rey und Gustav Retzius Studien über das Bindegewebe und das Nervensystem. Stockolm 1875, 38 Tafeln folio.

lassen, die ihm zumeist eingeräumt wird, so müsste man zwei verschiedene Bindegewebszellen constatiren, solche mit Platte und solche ohne Platte. Die vergleichende Histiologie gibt uns aber hierfür keinen Anhaltspunkt. Bei den Mollusken kommen nur Rund- und Spindelzellen nebeneinander vor, und die Uebergänge sind leicht zu verfolgen; aber auch die Erfahrungen bei den Wirbelthieren berechtigen uns nicht zu einer anderen Unterscheidung. Rundzellen und Spindelzellen finden sich in gleicher Weise im Embryonalzustand, wie noch später bei dem erwachsenen bewirbelten Wesen, wenn man von dem aus dem Gallertgewebe hervorgegangenen Anhange absieht. Ferner ist es für die Dauer unmöglich, die Deutung dieser Platten als einer Art von Membran länger zurückzuhalten. Ursprünglich existiren diese Platten doch nicht, sie treten später auf und es fehlt nicht an Beispielen, dass Kern und Protoplasma von diesen Platten umschlossen sind, in ihnen liegen. Dann wären diese Platten senile Veränderungen, was wieder nicht stimmte mit der physiologischen Rolle der Bindegewebszellen. Ja noch mehr, sind diese Platten ein Bestandtheil des Zellkörpers, dann hat mit Recht Loewe schon eine der äussersten Consequenzen dieser Lehre gezogen, wenn er verkündet, der Typus des Bindegewebes ist nicht durch die Faser, sondern durch die Membran gebildet, und alles Bindegewebe besteht aus Membranen, denn in der That, dann wird das „Häutchen" vor Allem in die Wagschale fallen und zwar um so mehr, wenn den Zellen noch endotheloider Character zugeschrieben wird. Das Typische am fibrillären Bindegewebe wird aber stets die Fibrille bleiben, weil sie als die Zwischensubstanz dem Gewebe den Charakter aufdrückt und nicht die Zelle. So hat das Gallertgewebe seine Bezeichnung erhalten von der Form der Zwischensubstanz nicht aber von der Zelle, und so der Knochen und so der Knorpel.

Wenn ich oben bemerkte: die neuen Entdeckungen über die Platte an den Bindegewebszellen müssten unsere Anschauungen bezüglich der Entstehung der Fibrillen in eine von der herrschenden Lehre verschiedenen Richtung treiben, so leitete mich, abgesehen von den vergleichend histiologischen Gründen, besonders noch folgende Erwägung: Wenn das Protoplasma der embryonalen Zelle sich zu einem von den leimgebenden Fibrillen vollkommen verschiedenen, zu einem structurlosen, den Säuren widerstehenden Häutchen umwandelt, ist doch nicht gleichzeitig auch die Umwandlung in Bindegewebsfibrillen denkbar. Die Entstehung der leimgebenden Fibrillen aus dem Zellprotoplasma im Sinne der M. Schultze'schen Theorie wird durch die Entdeckung der Häutchen ausgeschlossen, und es tritt die Lehre von Henle, Virchow und Donders wieder in ihr altes Recht ein, welche die Entstehung der Bindegewebsfibrillen in die Zwischensubstanz verlegt. Für sie ist übrigens auch neuestens ein Name von gutem Klang eingetreten. Rollett[15]) spricht geradezu aus, „eine Entwickelung in der Weise, dass die Fibrillen durch Auswachsen von Zellfortsätzen entstehen, muss in Abrede gestellt werden." (S. 66.) „Es kann also nur das mit Sicherheit festgestellt werden, dass die Fibrillen auf Kosten einer grösseren zusammenhängenden Masse durch eine Art von Prägung[16]) entstehen." (S. 67.)

Was Rollett für die Bindegewebsfibrillen auf's Neue betont, hat gleiche Geltung für die elastischen Fasern. Sie

---

15) Rollett. Von den Bindesubstanzen in Steickens *Handbuch* S. 63. u. ff.

16) Ich habe schon oben auf eine gewichtige Stimme hingewiesen, welche für die von Zellen unabhängige Entstehung der elastischen Fasern eingetreten ist, auf Henle, dessen Angaben noch weiter unterstützt werden von Reichert (Müllers Arch. 1852 pag. 94) und H. Müller, Würzburger, Verhandl. Bd. X., p. 132.

entstehen aus der homonegen Substanz, H. Müller, Henle, Reichert, Kölliker, Leydig, Frey u. A., aus dem Gallertgewebe, welche nicht nur im Netz (Rollett), nein allerwärts der Bildung von leimgebenden Fibrillen und elastischen Fasern und Membranen vorausgeht. Diese homogene Substanz ensteht durch die Betheiligung der Zellen auf uns noch unbekannte Art, aber sie ist kein umgewandelter Zellenleib, und die Veränderungen, die sie erfährt, sind als physiologische Vorgänge in der Intercellularsubstanz aufzufassen, nicht als Metamorphosen des Zellenprotoplasmas.

Die im Wirbelthierkörper vorkommenden Bindegewebsformen gliedern sich von der frühesten Periode an in zwei grosse Gruppen. Die eine entwickelt aus der ursprünglich gleichen Anlage, aus dem mit Zellen durchsetzten Gallertgewebe elastische Substanzen, die andere Leimgebende. Aus demselben gleichartigen Lager entstehen:

I. Gewebselemente oder zusammenhängende Gewebe mit elastischer[17]) Beschaffenheit.

a. mit deutlich ausgesprochenen Eigenschaften.

1. Feinste elastische Fasern.
2. Elastische Bänder und Netze.
3. Elastischer Knorpel.
4. Structurlose Membranen.
5. Kittsubstanz des fibrillären Bindegewebes.
6. Häutchen, Platten und die umspinnenden Membranen.

b. mit mehr negativen Eigenschaften, keinen Leim enthaltend.

1. Glaskörper.
2. Suprachorioides.
3. Neuroglia.
4. Reticulum, cytogenes Gewebe (Kolliker) adenoides (His).

---

17) Unter elastischen Eigenschaften soll hier nur der Gegensatz zum fibrillären leimgebenden Gewebe hervorgehoben werden.

II. Gewebselemente oder zusammenhängende Gewebe mit leimgebender Beschaffenheit.

1. Fibrilläres Bindegewebe, lockeres und geformtes: Haut, Fascien, Sehnen, Bänder etc.
2. Leimgebender Knorpel.
3. Knochen.
4. Cement und Zahnbein.

Diese kurze Uebersicht dürfte genügen, um zu zeigen, wie die aus der embryonalen Bindesubstanz entwickelten Formen als elastische Substanzen und als Leimgebende nach ihrer chemischen Beschaffenheit sich trennen. Diese auffallenden Unterschiede müssen in der histiologischen Stellung der Gewebe ihren Ausdruck finden. Ein Knorpel mit elastischer Grundlage gehört zu derselben Gruppe von Bindesubstanzen, zu der die elastische Faser gestellt werden muss. Das Ueberraschende einer solchen Neuerung verliert sich, wenn man erwägt, dass elastische Knorpel i. e. solche, welche keinen Leim geben oder nur sehr wenig, auch ausser der Wirbelthierklasse sich finden. Der Kopfknorpel der Cephalopoden bleibt nach $^3/_4$ stündigem Kochen im Papin'schen Digestor bei vier Atmosphären ungelöst,[18]) er wurde zerreiblich, aber unter dem Mikroskop zeigte er noch Knorpelkörperchen und structurlose Grundsubstanz. Er gehört also zu den elastischen Substanzen, ist elastischer kein leimgebender Knorpel.

Ich werde auf einige Einzelheiten weiter unten eingehen und stelle hier die Bindesubstanzen der Wirbellosen und Wirbelthiere vergleichend nebeneinander. Es ergibt sich zunächst, dass das Gallertgewebe nicht allein ontogenetisch, sondern auch phylogenetisch der gemeinsame Boden ist, auf dem die verschiedenen Formen der Bindesubstanzen sich aufbauen.

18) Schlossberger J. E. Die Chemie der Gewebe Band. 1, 1856, S. 13.

Bei den Wirbellosen bleibt entweder das Gallertgewebe als solches erhalten, oder es verdichtet sich mit elastischer Beschaffenheit, so entstehen:

1. Gallertfibrillen.
2. Gallertbalken und Gallertnetze.
3. Structurlose Röhren, Stäbe etc.
4. Structurlose Membranen.
5. Gallertknorpel oder Elastischer Knorpel.
6. Gallertknochen i. e. Aufnahme von kohlensauren Kalk in das Gallertgewebe.

Bei den Wirbelthieren verändert sich das Gallertgewebe nach zwei chemisch und morphologisch verschiedenen Richtungen; es wandelt sich um in elastische Substanz wie bei den Wirbellosen und gleichzeitig in leimgebende Substanz, welche mit den bekannten Eigenschaften wohl nur den Wirbelthieren eigen ist.

Aus dem embryonalen Gallertgewebe entstehen:

bei den Wirbellosen:	bei den Wirbelthieren:
Gallertfibrillen.	Elastische Fasern.
Gallertbalken und -netze.	Elastische Bänder und Netze.
Structurlose Membranen.	Structurlose Membranen.
Gallertknorpel.	Elastischer Knorpel.
Gallertknochen (Kiemenstäbe der Unionaceen).	Gallertknochen (Otolithen).
———	———
Bindegewebsfibrillen. (wohl nur bei den Cephalopoden.)	Bindegewebsfibrillen.
	Bindegewebsmassen (Sehnen, Bänder etc.)
	Leimgebender Knorpel.
	Leimgebender Knochen.

Bei den Wirbelthieren ist das typische Element des Bindegewebes die leimgebende Fibrille, bei den Wirbellosen der Gallertstrang mit elastischer Beschaffenheit.

Kommt es bei den Wirbellosen zur Aufnahme von Kalksalzen in die Grundsubstanz, dann bestehen sie vorzugsweise aus Verbindungen von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia.[19] Bei den Wirbelthieren sind die kohlensauren Erden nur vorübergehende Bestandtheile, nur während einer kurzen Entwickelungsphase herrschen sie, um sehr bald den phosphorsauren Erden für immer den Platz zu räumen.

Aus der ursprünglich gleichen Anlage dem Gallertgewebe entstehen bei den Wirbellosen meist Gewebe aus einer nicht leimgebenden Substanz geformt, bei den Wirbelthieren entstehen Gewebe oder Gewebselemente, welche verschiedene chemische Substanzen repräsentiren d. h. zu dem Gallertgewebe und seinen Modificationen kommt noch das leimgebende Gewebe hinzu mit seinen Abarten.

Bei den Wirbelthieren tritt das Gallertgewebe mit seinen Abarten zurück gegen die colossale Entwicklung der leimgebenden Substanzen. Dennoch spielt das erstere eine fundamentale Rolle (z. B. als elastisches Gewebe).

Die Reihe von bedeutenden Entdeckungen über die Häutchenzelle und über die Kittsubstanzen, und der Nachweiss feiner Membranen als Begleiter der Bindgewebsbündel lehren einen wichtigen bisher kaum berücksichtigten Faktor in der Zusammensetzung der Bindesubstanzen im reifen Organismus kennen, nemlich das Gallertgewebe und seine verschiedenen

19) Schlossberger a. a. O. „Die kohlensauren Erden, welche wir bei den wirbellosen Thieren oft in solch enormer Menge in bindegewebigen Theilen abgelagert finden, sind wohl immer Phosphate beigemengt. Aber die kohlensauren Verbindungen überwiegen namentlich als kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia und überdies begegnet man den Mangel einer knorpeligen, einer Glutin liefernden Grundlage. Dadurch unterscheiden sich diese Hartgebilde wesentlich von dem Knochen der Wirbelthiere. Niemals ist das Hartgebilde auch in denjenigen Fällen nicht, wo die kohlensauren Salze in das Bindegewebe eingelagert sind, leimgebend."

Entwicklungsformen. Ich betone im reifen Organismus; dass das Gallertgewebe in der embryonalen Periode der Bindesubstanzen eine hervorragende Rolle spielt, ist ja niemals verkannt worden. Nur in der jüngsten Zeit tritt als eine nothwendige Consequenz der M. Schultze'schen Bindegewebstheorie das Bestreben hervor, die Existenz einer structurlosen Grundsubstanz zu läugnen, oder sie als einen Theil des Zellprotoplasmas oder für eine seröse Flüssigkeit zu erklären. Nachdem, was weiter oben über die Bildung der elastischen Fasern bemerkt wurde, scheint mir ein kurzer Rückblick auf die betreffenden Angaben früherer Beobachter von doppeltem Interesse, weil die Cardinalfrage, ob bei der Entstehung elastischer oder leimgebender Fasern eine structurlose Grundsubstanz vorausgeht, noch immer nicht endgiltig beantwortet ist. Diese betreffenden Angaben folgen zunächst ohne irgend welchen Commentar.

„Die Grundsubstanz des fötalen Bindegewebes verdichtet sich bei weiterer histiologischer Entwicklung stellenweise zu Fasern, während ein anderer Theil der Grundsubstanz, desgleichen auch die Zellen selbst daran sich nicht betheiligen.“ (Reichert[20]).

„Ein allgemeiner wichtiger Charakter des gewöhnlichen Bindegewebes, der recht gewürdigt zum Ausgleichen einiger Streitfragen dienen könnte, äussert sich darin, dass die Intercellularmasse eine eigenthümliche Härtung und Verdichtung erfährt, entweder blos an den Grenzschichten oder wohl auch in Streifen mitten durch das Ganze. Bezieht sich die Härtung blos auf die Grenzlagen, so entstehen dadurch die Membranae propriae. Verdichtet sich hingegen die Grundsubstanz in netzförmigen Zügen, so entstehen die elastischen Fasern und Platten. Aber auch von den sog. Spiralfasern lässt sich nachweisen, dass sie (obschon Kunst-

20) Reichert: Müllers Archiv Jahresbericht f. 1852 S. 95.

produkte) aus den elastisch verdickten Grenzsäumen der sog. Bindegewebsbündel hervorgehen. Mit dem elastischen Gewebe verwandt sind auch die Fasern der Zonula Zinii und des Lig. ciliare bei Fischen." (Leydig.[21])

Mit Bezug auf die Entwicklung der elastischen Fasern erklärt ein anderer bekannter Histiologe: Durch die Arbeiten von H. Müller, Henle und Reichert, die zuletzt durch meine eigenen Untersuchungen einen vollständigen Abschluss erhielten, wurde gezeigt, dass die elastischen Fasern nicht aus Bindegewebskörperchen hervorgehen, sondern selbständig in der Zwischensubstanz sich bilden, ein Nachweis, der mit Bezug auf die allgemeine Frage der Verwandtschaft der verschiedenen Gewebe der Bindesubstanz nur erwünscht sein konnte, indem es nun möglich wurde, den Netzknorpel und das elastische Gewebe einander ganz an die Seite zu stellen. (Kölliker[22]). In den letzten Jahren hat ein anderer Beobachter (Rabl Rückhard[23]) die Entstehung der Fasern im Netzknorpel ebenfalls für ein Produkt der Intercellularsubstanz erklärt u. s. w. So liesse sich ein ganzes Buch mit Citaten füllen, welche für diese Auffassung sprechen, und den Gegnern würde es für die ihrige kaum an weniger Material fehlen. Für die Lösung dieser Fragen ist es also wohl nothwendig, abgesehen von den Zellen die Aufmerksamkeit auch auf die Intercellularsubstanz zu richten. Man muss constatiren ob sie überhaupt vorhanden, und wenn ja, in welcher Form, und eine weitere Frage ist dann ihr Verhalten zu den Fasern. Boll, der entschiedenste Verfechter der M. Schultze'schen Bindegewebs-

---

21) Leydig Fr.: Histiologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a./M. 1857. S. 27.

22) Kölliker: Handb. d. Gewebelehre. 5. Aufl. 1867. S. 57 u. 78.

23) Rabl Rückhard: Müllers Archiv 1863. S. 41.

theorie erklärt[24]) alles für Zellenleib, was zwischen den Embryonalzellen liegt, und wo diese Erklärung nicht ausreicht, da ist es stets ein mehr oder minder reichlicher Erguss einer serösen mucinhaltigen Flüssigkeit zwischen die Embryonalzellen, welche dieselben auseinanderdrängt, und den Anschein einer homogenen Intercellularsubstanz vorspiegeln kann. Rolett[25]) hat schon gegen eine solche Deutung protestirt und ausdrücklich betont, dass in dem Omentum majus vor dem Auftreten der Fibrillen eine hyaline Substanz zwischen den Protoplasmakörpern vorhanden sei und in ersterer werden die Fibrillen zuerst getroffen.

Ich bin bei meinen Untersuchungen niederer Thiere auf Gewebe gestossen, welche mir entscheidende Beweise zu geben scheinen für die Richtigkeit der alten Bindegewebstheorie von Henle, Virchow und Donders und als ich nach langen Zweifeln auf diesem Standpunkt angelangt war, überraschte mich jener oben angeführte Passus von Leydig, der schon vor 20 Jahren das Gallertgewebe empfohlen hat als ganz besonders geeignet für die Entscheidung der uns hier interessirenden Streitfragen. Ich war aber auch befriedigt, dieselben Anschauungen über die Entstehung der elastischen Fasern, der structurlosen Membranen etc. bei ihm auf Grund desselben Untersuchungsobjectes ausgesprochen zu sehen. Denn sie sind zweifellos eine werthvolle Stütze meiner Erfahrungen. Von zwei verschiedenen Gesichtspunkten sind wir beide zu derselben Auffassung geführt worden, Leydig, als er die elastischen Gewebe zu definiren suchte, ich, dem es zunächst darum zu thun

---

24) Boll Frz.: Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Gewebe. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VIII. S. 61.

25) Rollet A.: Ueber die Entwicklung des fibrillären Bindegewebes. Untersuchungen aus dem Institut für Physiologie u. Histologie zu Graz. 3. Heft. S. 257—265.

war, die lacunären Bahnen bei den Mollusken zu studiren, und ihre Stellung zu den Gefässen und der Bindesubstanz zu erkennen.

Als ich oben die Entstehung der elastischen Fasern aus der Intercellularsubstanz hervorgehoben habe, unterliess ich es absichtlich, gegentheilige Beobachtungen anzuführen. Dieser Pflicht will ich jetzt bezüglich der neuesten Arbeit über diesen Gegenstand genüge thun. Den bestimmten Angaben von Reichert und Henle, Müller, Kölliker und Rabl Rückhard stehen die von O. Hertwig[26]) gegenüber, der den Netzknorpel vorgenommen hat im Anschluss an eine von Prof. M. Schultze ihm mitgetheilte Reihe von Beobachtungen. Die uns zunächst interessirende Frage nach dem Verhältniss der entstehenden Fasern zu den Zellen des embryonalen Knorpels beantwortet Hertwig dahin, dass seine Beobachtungen die bisher verbreitete Ansicht von einer Umwandlung der zuerst gebildeten homogenen Grundsubstanz keineswegs stützten.

Dieses Resultat wird jeden Leser dieser eingehenden Untersuchung überraschen, namentlich dann wenn er noch die vortrefflichen Abbildungen vergleicht, in denen nirgends Belege zu finden sind, dass das Zellprotoplasma in Fasern übergeht, wohl aber solche für die Umwandlung der Grundsubstanz. „Die Fasern liegen dem Protoplasma nur dicht an", oder „die Zelle wird von ihnen wie von einem Korb umschlossen", „die elastischen Fasern treiben ferner seitliche Aeste" u. s. w. wie ausdrücklich der Autor hervorhebt, die Zellen bleiben also bei der Entstehung der Aeste gänzlich aus dem Spiel. Niemand zweifelt, dass „die formative Thätigkeit des Protoplasmas" auf die Entstehung

---

26) Hertwig O.: Ueber die Entwicklung und den Bau des elastischen Gewebes im Netzknorpel. Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. IX. 1873. S. 80. Taf. VII.

der Zwischensubstanz mit ihrem elastischen Netzwerk von Einfluss ist, aber eine direkte Betheiligung der Zellen an der Bildung der Fasern lässt sich an diesem Object nirgends erkennen. Ich will nicht von dem Ohrknorpel menschlicher Embryonen sprechen, bei dem die Lage der Dinge durch die Häufung der Elemente ausserordentlich erschwert ist, bei den Cephalopoden wird im Kopfknorpel selbst der eifrigste Anhänger der M. Schultze'schen Theorie nie etwas der Art sehen können, vorausgesetzt, dass es möglich ist, sich über den Unterschied von Zellenausläufern und Fasern der Intercellularsubstanz zu einigen. Der Kopfknorpel der Cephalopoden dünkt mich ein ganz vorzügliches Präparat für eine Besprechung solcher Vorfragen. Hensen[27]) hat ihn bereits histiologisch genauer untersucht, Boll[28]) hat vortreffliche Abbildungen der „Zellen" gegeben, und ich kann um so mehr auf detaillirte Angaben hier verzichten, als ich solche in einer längeren Abhandlung mittheile die in Bälde in dem Archiv für mikroskopische Anatomie erscheinen wird. Boll sieht in der structurlosen Grundsubstanz reichverästelte Zellen (Fig. 6 Octopus). Im Aequatorialring der Sepien zeigte ebenfalls die Zellsubstanz reich verästelte Ausläufer, welche sich allmälig mit dem weiteren Eindringen in die Intercellularsubstanz bis zur äussersten Zartheit verschmälern. Ich deute diese Fortsätze und Ausläufer als Kanäle, in welche sich bisweilen Fortsätze der Protoplasmas hineinerstrecken. In diesen Knorpeln der Cephalopoden liegen die Zellen in Höhlen wie im hyalinen Knorpel der Wirbelthiere, nur sind die Höhlen dadurch complicirt, dass von ihnen Kanälchen — Knorpel-

---

27) Hensen V.: Ueber das Auge einiger Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Zool. Bd XV. S. 154 mit Taf. XII–XXI.

28) Boll Frz.: Beiträge zur vergleichenden Histiologie des Molluskentypus. Archiv f. mikr. Anat. Bd. V. Supplement. S. 14 u. 15.

kanälchen — ausgehen, und vielleicht ist etwas der Art auch bei den Wirbelthieren zu finden. Dann hätten Henocque und Petrone und Andere Recht, wenn sie die eigenthümlichen Zeichnungen im Hyalinknorpel als Kanälchen deuten. Jedenfalls haben die erwähnten Knorpel der Cephalopoden ähnlich verzweigte Ausläufer an den Knorpelhöhlen wie die Knochenhöhlen der Wirbelthiere. Will man nun von der Entstehung von Fasern in dieser Intercellularsubstanz sprechen, so können diese Ausläufer zunächst nicht in die Discussion hereingezogen werden. Ich finde aber abgesehen von diesen „Fortsätzen" lange geschwungene Fasern, welche von den Zellen völlig unabhängig verlaufen, die ohne Unterbrechung lange Strecken durchlaufen, unabhängig von Zellen auftauchen und ebenso unabhängig sich verlieren. Und desshalb scheint mir der Kopfknorpel der Cephalopoden ein günstiges Object, weil sich klar erkennen lässt, dass die Ausläufer der Knorpelkörperchen und die Zellen nichts gemein haben mit fibrillenartiger Fasern, die offenbar der Intercellularsubstanz angehören. Als verdichtetes Gallertgewebe lässt er im erwachsenen Thier Vorgänge verstehen, die bei den Wirbelthieren durch die Häufung der Elemente nicht mit voller Klarheit zu durchschauen sind.

Herr Prof. v. Bischoff hielt einen Vortrag:

„Ueber das Gehirn eines Orang-Outan."

Vor fünf Jahren hatte ich die Ehre der Classe das Gehirn eines jungen Chimpansé vorzulegen. Heute möchte ich mir erlauben, Sie mit dem Gehirn eines jungen männlichen Orang bekannt zu machen. Ich verdanke dasselbe der Güte des Herrn Professor von Siebold, welcher das Thier vor zwei Jahren im frischen Zustande erwarb, und mir dessen Gehirn jetzt zur Untersuchung überlassen hat. Bei meiner früheren Arbeit über das Gehirn der Affen, stand mir nur ein sehr beschädigtes Gehirn eines jungen Orang zu Gebote, und überhaupt sind Orang-Gehirne seltener in Europa zur Untersuchung gekommen, als Chimpansé-Gehirne, wenigstens in der letzten Zeit. Das gegenwärtige Gehirn ist sehr gut erhalten, und hat mir daher ein vorzügliches Material dargeboten, meine Lehre über die Anordnung der Windungen des grossen Gehirns bei den Affen und dem Menschen auch an diesem Object zu prüfen. Aus beiden Gründen erlaube ich mir um Aufnahme einer kurzen, besonders vergleichenden Beschreibung und einer Abbildung dieses Gehirns in den Sitzungsberichten der Classe zu bitten.

Das Thier war gegen 60 cm. von der Ferse bis zum Scheitel gross, und besass seine sämmtlichen zwanzig Milchzähne. Nach einem Vergleich mit einem anderen ansehnlich kleineren Orang-Skelet, welches aber ebenfalls bereits sämmtliche Milchzähne besitzt, möchte ich den Besitzer des gegen-

wärtigen Gehirns doch auf 4 Jahre schätzen; auch ist der erste bleibende oder dritte Backzahn bereits sehr vollkommen entwickelt in der Alveole zu sehen. Die Schädelhöhle ist ebenfalls schon ziemlich vollkommen ausgebildet und an Raumes-Inhalt nicht viel geringer als die eines erwachsenen männlichen Orang.

Das Gehirn wiegt in seinem jetzigen Zustande, d. h. von seinen Häuten befreit und nachdem es gegen zwei Jahre in Weingeist aufbewahrt worden, 225 Grm. und wenn wir annehmen, dass dasselbe im Weingeist wenigstens 25 % an seinem Gewichte verloren haben wird, so würde es frisch 281 Grm. und mit seinen Häuten gegen 300 Grm. gewogen haben. Sein grösster Längendurchmesser ist 90 mm., der grösste Breitendurchmesser 80 mm. Seiner Gestalt nach ist es zwar noch immer ein dolichocephales Gehirn, aber doch mehr brachycephal als das des Chimpansé oder gar das des Gorilla. Man würde es ganz brachycephal nennen müssen, wenn sein Stirntheil sich nicht so stark verjüngte. Wie das Gehirn der beiden anderen Anthropoiden hat es ein ziemlich starkes Rostrum an der untern Fläche der Stirnlappen. Bei der Betrachtung gerade von oben ist, selbst an dem aus der Schädelhöhle herausgenommenen Gehirn, das kleine Gehirn von den Hinterlappen des grossen Gehirns fast ganz bedeckt und, wie Fig. 1 zeigt, nur durch das Auseinanderweichen der Hinterlappen in seinem mittleren Theile, dem Wurm, und mit wenigen Windungen des Lobus semilunaris superior sichtbar. Doch ist das kleine Gehirn ansehnlich gross und wiegt inclus. der Medulla oblongata, Pons Varoli, der Vierhügel und eines Stückes der Hirnschenkel 45 Grm. = $^1/_6$ des ganzen Gehirns, während dasselbe bei dem männlichen menschlichen Gehirn ungefähr $^1/_8$ des ganzen Gehirns wiegt.

Was die Anordnung der Furchen und Windungen des Gehirns betrifft, so schliesst sich dieselbe, wie bei den Affen

überhaupt, durchaus an den Typus des menschlichen Gehirnes an, und im Allgemeinen ist dieselbe mit der des Chimpansé-Gehirnes so übereinstimmend, dass man sagen kann, die Unterschiede sind nicht viel grösser als man sie auch an den Gehirnen verschiedener Menschen oder gar Menschenracen beobachtet.

Die Fossa Sylvii ist in ihren drei Theilen, dem horizontal verlaufenden Stamme, dem hinteren grösseren und dem vorderen kleineren aufsteigenden Aste, ganz vollkommen entwickelt; der erstere theilt sich an seinem hinteren Ende in zwei Zweige. Die Fissura occipitalis perpendicularis interna greift tief ein und fällt mit ihrem oberen Ende mit einer vollständig ausgebildet vorhandenen Fiss. occipt. perpend. externa zusammen. Die Fiss. centralis ist deutlich und ohne Unterbrechung entwickelt; und somit zerfällt die ganze Oberfläche des Gehirns wie beim Menschen in einen Stirn-, Scheitel-, Hinterhaupts- und Schläfenlappen. Das erwähnte Zusammenfallen der beiden Occipitalfurchen scheidet den Hinterlappen wie bei allen Affen sehr deutlich und in auffallend vom Menschen abweichender Weise, an der inneren und äusseren Fläche von dem Scheitel- und Schläfenlappen der Hemisphäre. An der unteren Fläche ist die Trennung zwischen Hinterlappen und Schläfenlappen durch keine bestimmte Gränze gegeben. Ein Stammlappen oder eine Insel ist zwar vorhanden, aber er ist wenig entwickelt, trägt nur undeutliche Windungen, und ist durch das Zusammenstossen der Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappen an der Theilstelle der drei Theile der Fossa Sylvii ganz bedeckt.

Im Näheren ist übrigens der Verlauf der Fiss. centralis auffallend stark nach hinten geneigt, und unterscheidet sich ihre Anordnung in dieser Hinsicht sehr bemerkenswerth von dem Chimpansé-Gehirn, wo sie steil in die Höhe fast ganz frontal verläuft; die Stirnlappen werden dadurch bei

dem Orang verhältnissmässig grösser als bei dem Chimpansé, mag man nun die Gränze zwischen beiden in die Furche selbst, oder, wie ich, vor die vordere Centralwindung verlegen. Eine Fissura praecentralis findet sich nicht, indem auch hier, wie fast immer, die Stirnwindungen mit breiten Wurzeln von der vorderen Centralwindung ausgehen. Eine Fiss. post-centralis oder interparietalis ist auf der rechten Seite vorhanden und läuft mit einem oberen und einem hinteren Schenkel aus; auf der linken Seite würde man sie als in zwei Theile zerlegt beschreiben müssen, weil der Vorzwickel mit einer tief herabsteigenden Wurzel von der hinteren Centralwindung ausgeht. Ich halte sie wegen häufig vorkommenden Unterbrechungen der Art ebenfalls für wenig bedeutend und beziehe mich in dieser Hinsicht auf meine Auseinandersetzung in der Beschreibung des Gehirns eines mikrocephalen Mädchens pag. 12. Die Fiss. occipitalis perpend. interna ist, wie schon gesagt, stark entwickelt, und fällt an ihrem oberen Ende mit einer Fiss. occipit. perpend. externa zusammen; an ihrem unteren Ende geht jene nicht in die Fiss. calcarina über, wie bei dem Menschen, sondern wird durch eine, letztere Furche an ihrem oberen Rande begränzende, gerade verlaufende Windung von dieser geschieden. Die Fissura occipitalis perpend. externa, so charakteristisch für das Affengehirn, erreicht den unteren Rand der Hemisphäre nicht, sondern wird unten durch eine vom Schläfen- zum Hinterhauptslappen gehende Windung (Pli de Passage inférieur externe Grat.) abgeschlossen. Die Fiss. calcarina geht, wie bei den Affen immer, nach vorn in die Fiss. Hippocampi über; am hinteren Ende des Hinterlappens theilt sie sich in zwei Schenkel. Auf der unteren Fläche des Hinterlappens findet sich eine Fiss. collateralis. An dem Schläfenlappen ist die Fiss. parallela und selbst eine Fiss. parallela secunda entwickelt, welche beide an ihren hinteren Enden in zwei

Aeste zerfallen. An der medialen Seite der Hemisphären findet sich die Fiss. calloso-marginalis und spaltet sich auf der rechten Seite an ihrem hinteren Ende in zwei Aeste, deren einer an dem oberen Rande der Hemisphäre hinter der hinteren Centralwindung ausläuft, der andere in die mediale Fläche des Vorzwickels oder den viereckigen Lappen Gratiolets eindringt. Auf der linken Seite ist der absteigende Ast durch eine sich erhebende Windung vom Stamme abgetrennt, dadurch unkenntlich gemacht, und in eine sternförmige Furche verwandelt. — Ein Sulcus olfactorius ist an der Orbitalfläche des Stirnlappens nur in seinem hintersten Theile in der Caruncula mammillaris entwickelt.

In der Anordnung der Windungen dieses Orang-Gehirns finde ich meine Lehre von ihrer bogenförmigen Lagerung um die Enden der Hauptfurchen in hervorleuchtender Weise bestätigt, und ihre Beschreibung ist nach derselben leicht und für Alle verständlich.

So haben die Centralwindungen ihren oberen und unteren bogenförmigen Abschluss, von denen jener sehr steil und scharf nach hinten gerichtet, dieser sehr breit ist und den hinteren Schenkel der Fossa Sylvii an ihrem oberen Rande zu einem guten Theile begränzt. Den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii umschliesst ein einfacher Bogen, die untere oder dritte Stirnwindung. Rechts geht derselbe oberflächlich von dem vorderen Schenkel des unteren Schlussbogens der Fiss. centralis aus; links mehr in der Tiefe, steht dafür aber weiter oben nochmals mit der vorderen Centralwindung in Verbindung. Wegen des tiefen Abganges des hinteren Schenkels dieses Bogens von der Centralwindung entsteht hier ein Schein einer Fissura praecentralis, die man auch für den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii halten könnte, der indessen erst vor ihr liegt. Der Scheitel und auch der vordere Schenkel dieser bogenförmigen unteren Stirnwindung steht mit der mittleren

Stirnwindung in Verbindung. Ich habe früher bereits ausgeführt, dass diese untere oder dritte Stirnwindung, so wie der vordere Schenkel der Fossa Sylvii, sich nur bei den Anthropoiden-Affen findet, die aber dennoch gerade in Beziehung auf die Ausbildung dieses Bogens weit hinter dem Menschen zurückbleiben. Die mittlere und obere Stirnwindung sind wenig deutlich voneinander geschieden; die obere nimmt an der oberen, die mittlere an der Orbital-Fläche des Stirnlappens den grössten Theil ein, doch bildet jene an dieser Orbital-Fläche den starken schnabelartigen Vorsprung (Rostrum).

Ausser den Centralwindungen besitzt der Scheitel-Lappen einen Vorzwickel, welcher rechts oben, links mit der Mitte der hinteren Centralwindung durch eine oberflächliche Wurzel in Verbindung steht, und dadurch, wie schon erwähnt, ein wesentlich verschiedenes Verhalten einer Fiss. interparietalis auf beiden Seiten bedingt. Uebrigens ist diese Windungsgruppe weder an ihrer oberen noch an ihrer medialen Fläche (hier als Lobule quadrilatère) so stark entwickelt, wie bei dem Chimpansé, was mit dem weiten nach rückwärts Reichen der Centralfurche und Central-Windungen zusammenhängt. Sie geht fast ganz in zwei Bogenwindungen auf, welche die beiden hinteren Ausläufer der Fissura calloso marginalis umfassen, deren eine die obere Fläche dieses Vorzwickels, die andere die mediale einnimmt. Die erste oder vordere Scheitelbogen-Windung um das obere Ende des hinteren Schenkels der Fossa Sylvii, und die zweite oder hintere Scheitelbogenwindung um das obere Ende der Fiss. parallela sind sehr deutlich und entsprechend der gabelförmigen Theilung dieser oberen Enden entwickelt. Der vordere, obere Schenkel der zweiten geht von dem Scheitel der ersteren aus; der untere Schenkel dringt bis in das untere Ende der Fiss. occipt. transversa und bis in den Hinterlappen ein. Es ist auch eine dritte Scheitelbogen-

Windung vorhanden, aber diese umgreift die beiden Enden der Fiss. parallela secunda nicht in einem convexen Bogen, sondern ist zwischen diese beiden Aeste hineingesenkt, und zugleich bildet dabei diese Windung eine untere äussere Uebergangswindung vom Schläfen- zum Hinterhauptslappen.

Sehr charakteristisch ist die obere innere Scheitelbogen-Windung. Sie umgreift, wie immer lateralwärts gerichtet, mit einfachem steilen Bogen das obere Ende der Fiss. occipit. perp. int. Allein nur ihr vorderer Schenkel geht oberflächlich von dem Vorzwickel aus; der hintere Schenkel senkt sich in die Tiefe und geht dort in den medialen Theil des Zwickels des Hinterlappens über. Daher ist es dann auch möglich, dass die Fiss. perp. occipit. int. und externa ineinander übergehen und ein Operculum gebildet wird, während bei dem Menschen beide Schenkel dieser oft zusammengesetzten und charakteristischen Windung oberflächlich verlaufen, und schon desshalb eine Fiss. occipit. perp. externa fehlt. Ich habe gezeigt, dass diese Windung bei dem Chimpansé meist in der homologen Form des Pli de Passage supérieur interne Grat. verläuft, zuweilen aber auch, wie einige von den Herren Marshall, Rolletson, Turner und Broca beschriebene Chimpansé-Gehirn beweisen, auch in der Form des Pli de Passage supérieure externe (Sitzungsberichte vom 4. Febr. 1871. pag. 100); immerhin aber scheint die erstere Form bei dem Orang häufiger und entwickelter vorzukommen, und steht derselbe auch darin dem Menschen näher. Eine untere innere Scheitelbogen-Windung findet sich, wie oben bereits angegeben bei dem Orang nicht, d. h. sie läuft hier nicht in lateralwärts gerichtetem Bogen, wie bei dem Menschen, sondern gestreckt an dem oberen Rande der Fissura calcarina. Bei dem von mir beschriebenen Chimpansé-Gehirn verlief sie auf einer Seite im lateralen Bogen, auf der anderen gestreckt.

Der Hinterlappen besitzt an seiner oberen hinteren

Fläche, dem oberen Hinterhaupts-Läppchen, der gewöhnlich als Zwickel bezeichnet wird, eine sternförmige dreischenkliche Furche, ganz ähnlich wie der Chimpansé; an seiner medialen Fläche ist die Fiss. calcarina von zwei gestreckt verlaufenden Windungen begränzt, welche an dem hinteren Ende des Hinterlappens die beiden End-Schenkel der genannten Furche mit zwei Bogen umgeben. Ich werde diese als sehr charakteristisch und bei dem Menschen meist sehr complicirt angeordnete Bogenwindung, Vogelklauen-Windung oder Gyrus calcarinus nennen. An der unteren Fläche kann man ein zungenförmiges und spindelförmiges, durch die Fiss. collateralis von einander getrennte Läppchen unterscheiden, die aber nach vorne ohne Abgränzung in die Windungszüge des Schläfen-Lappens übergehen.

Da dieser Schläfenlappen eine Fiss. parallela prima und secunda besitzt, so kann man an ihm vier Windungszüge unterscheiden, deren unterer innerster den mit einem Hacken versehenen Gyrus Hippocampi bildet.

An der medialen Seite der Hemisphäre verläuft über dem Balken ein Gyrus Cinguli, der hinten an dem Splenium corporis callosi mit dem Gyrus Hippocampi zusammenhängt und mit ihm den Gyrus fornicatus bildet.

Ich halte es schon bei den Affen, und noch mehr bei dem Menschen, für ohnmöglich und jedenfalls für zwecklos und unpractisch bei der Betrachtung und Beschreibung der Windungen an der oberen und den Seitenflächen der grossen Hemisphäre, das sogenannte Urwindungs-System der niederen Säugethier-Ordnungen aufrecht erhalten zu wollen, wie dieses Meynert und Wernike neuerdings versucht haben. Es finden sich allerdings in dem Hacken- und Bogenbündel Fasern, welche im Bogen um den hinteren und vorderen Schenkel der Fossa Sylvii verlaufen und in der unteren Stirnwindung und in den Schläfenwindungen nach aussen streben; auch meine erste Scheitelbogen-Windung

um den hinteren Schenkel der Fossa Sylvii herum, kann, besonders dann wenn der vordere Schenkel dieser Bogenwindung weit herabreicht und den sog. Premier Pli ascendant Graliotels bildet, als eine solche Urwindung aufgefasst werden. Allein mit dem Auftreten der Fissura centralis und der Fissurae occipitales bei den Primaten und dem Menschen, wird wie schon Huschke richtig bemerkte, das Urwindungs-System der niederen Säugethier-Ordnungen so vollständig durchbrochen, dass es mir als ein unnatürliches Unternehmen erscheint, dasselbe dennoch auch bei jenen durchführen zu wollen, wodurch sicherlich kein leichteres Verständniss und keine wünschenswerthe Uebereinstimmung in der Auffassung und dem Verständniss der Windungen des menschlichen Gehirnes herbeigeführt wird. Die Entwicklungs-Geschichte des menschlichen Gehirns unterstützt auch nicht im Mindesten den Versuch der Durchführung des Urwindungs-Systems. Denn mit Ausnahme der Fossa Sylvii erscheinen die Fissurae occipitales interna und externa und die Fissura centralis so früh, und die beiden von mir signalisirten primären vorderen und hinteren Bogenfurchen sind sogleich in divergirender Richtung angelegt, dass man auch nicht einmal sagen kann, das menschliche Gehirn durchlaufe bei seiner Entwicklung ein Stadium, in welchem die Urwindungen des Gehirns niederer Ordnungen dargelegt wären.

Der neuerdings von Hrn. Prof. Heschl beschriebene Gyrus temporalis transversus anterior gehört wohl auch zu dem Urwindungssystem; er geht, so weit ich sehe, vorzüglich von den Fasern des Bogenbündels aus, und findet sich in der That constant, wenn auch in verschiedener Ausbildung, bei dem Gehirn des Menschen. Bei den Gehirnen der beiden Orang-Outan und Chimpansé, welche augenblicklich in meinen Händen sind, findet sich dieser Gyrus kaum angedeutet.

Ich kann zu obiger Beschreibung des hiesigen Orang-Gehirnes noch den Nachtrag bringen, dass mir seitdem ein zweites Orang-Gehirn durch die Güte des Hrn. Dr. Mayer, Vorstand des naturhistorischen Museums zu Dresden, zu untersuchen Gelegenheit gegeben wurde. Das Gehirn stammt von einem wohl noch etwas kleineren und jüngeren Individuum als das hiesige, denn es ist kleiner als dieses und wiegt jetzt nur 192 Grm., würde also bei etwa 25 % Verlust im Weingeist gegen 240 Grm. gewogen haben. Es ist offenbar reicher an secundären Windungen als das hiesige Orang-Gehirn, ja dasselbe ist das an Windungen reichste Anthropoiden-Gehirn, welches ich bis jetzt in Händen gehabt habe. Dieses geht nicht nur aus dem allgemeinen Anblick hervor, welcher dadurch täuschen könnte, dass das Gehirn kleiner, aber doch bereits ebenso reich an Windungen wäre als andere grössere Gehirne, sondern auch aus einer genaueren Analyse der einzelnen Windungen.

So bildet die untere oder dritte Stirnwindung um den vorderen Schenkel der Fossa Sylvii herum auf der rechten Seite nicht mehr einen ganz einfachen Bogen, wie bei allen bis jetzt in meinen Händen gewesenen Anthropoiden-Gehirnen, sondern dieselbe ist dadurch schon etwas complicirt, dass sich der Ausläufer dieses vorderen Schenkels der Fossa Sylvii auf der rechten Seite in zwei kurze Aeste spaltet, um die sich zwei schwach entwickelte Windungen herumziehen. — Die beiden Centralwindungen erstrecken sich auch an diesem Gehirn weit nach hinten auf ²/₃ der ganzen Oberfläche der Hemisphären und verlaufen stark geschlängelt und oft eingekerbt. Der Vorzwickel ist stark entwickelt und enthält den Bogenabschluss des aufsteigenden hinteren Schenkels der Fissura calloso-marginalis. Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten der oberen inneren Scheitelbogenwindung, indem dieselbe stark entwickelt, mit beiden Schenkeln ganz oberflächlich lateralwärts um das obere Ende der

Fiss. occipitalis perpend. interna herumläuft und dadurch die Fiss. occipitalis perpend. externa beinahe ganz zum Verschwinden bringt, wie bei dem Menschen. Ich kenne kein anderes Anthropoiden-Gehirn, wo dieses so vollständig geschieht.

Die untere innere Scheitelbogenwindung fehlt indessen auch noch an diesem Gehirn, indem die längs des oberen Randes der Fissura calcarina verlaufende Windung, der Gyrus calcarinus, gestreckt von vorne nach hinten verläuft und dadurch die Fissura occipit. perp. int. von der Fiss. calcarina abtrennt.

Aber auch das hintere Ende dieser Fiss. calcarina ist entwickelter wie bei unserem hiesigen Orang-Gehirn und die Bogenabschlüsse ihrer hinteren Enden sind complicirter. Ebenso findet sich auf der oberen Fläche des Zwickels nicht nur eine einfache, sternförmige, dreischenkliche Furche, sondern noch mehrere Secundärfurchen. — Die untere Fläche des Hinterhaupt-Schläfenlappens ist besonders in ihrem hinteren, dem Hinterlappen angehörigen Theile, stark gefurcht und zeigt ausser der Fissura collateralis noch eine weitere lateralwärts von dieser, besonders auf der linken Seite bis weit auf die Schläfenlappen sich fortsetzende und in eine Fiss. parallela secunda übergehende Furche, während sie rechts durch Querfurchen und Windungen unterbrochen wird. — Endlich sind an diesem Gehirn auch die Windungen der Insel stärker und deutlicher entwickelt als ich sie an irgend einem anderen Anthropoiden-Gehirn gesehen habe.

Dieses Orang-Gehirn bestärkt mich in meiner früher (Die Grosshirnwindungen des Menschen pag. 92) ausgesprochenen Ansicht, dass das Orang-Gehirn das entwickeltste aller Anthropoiden ist.

Im Uebrigen kann ich an diesen Orang-Gehirnen, so weit ich sie sonst untersuchen konnte, keine Besonderheiten

entdecken. Auch das kleine Gehirn scheint mir ganz die Abtheilungen und Eintheilungen des menschlichen kleinen Gehirns zu besitzen.

Beschreibung der Abbildungen.

Die Abbildungen sind nach photographischen Aufnahmen des Gehirns genau in natürlicher Grösse ausgeführt worden.

Fig. I. zeigt, wie sich von selbst ergiebt, die Ansicht des Gehirns gerade von oben. Man sieht nur sehr wenig vom kleinen Gehirn.

Fig. II. Ansicht des grossen Gehirns von unten.

Fig. III. Rechte Hemisphäre von Aussen.

Fig. IV. Linke Hemisphäre von Aussen.

Fig. V. Rechte Hemisphäre von Innen.

Fig. VI. Linke Hemisphäre von Innen.

Für alle sechs Figuren gelten nachfolgende Bezeichnungen, die mit den in meinen früheren Abhandlungen gebrauchten grösstentheils übereinstimmen.

A. Querverlaufender Stamm der Fossa Sylvii.
A′. Vorderer Ast der Fossa Sylvii.
A″. Hinterer Ast der Fossa Sylvii.
B. Fissura centralis s. Rolando.
C. Fissura occipitalis perpendicularis interna.
C′. Fissura occipitalis perpendicularis externa.
D. Fissura parallela s. temporalis superior.
E. Fissura parallela secunda s. temporalis media.
F. Fissura collateralis s. temporalis inferior.
G. Fissura Hippocampi.
G′. Fissura calcarina.
H. Fissura calloso marginalis.
H′. Oberes Ende dieser Fissura calloso marginalis.
K. Fissura interparietalis.
1. Obere Stirnwindung.

Zu Dr. v. Bischoff's Abhdl. über das Gehirn eines Orang-Outangs.

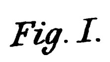


Fig. I.

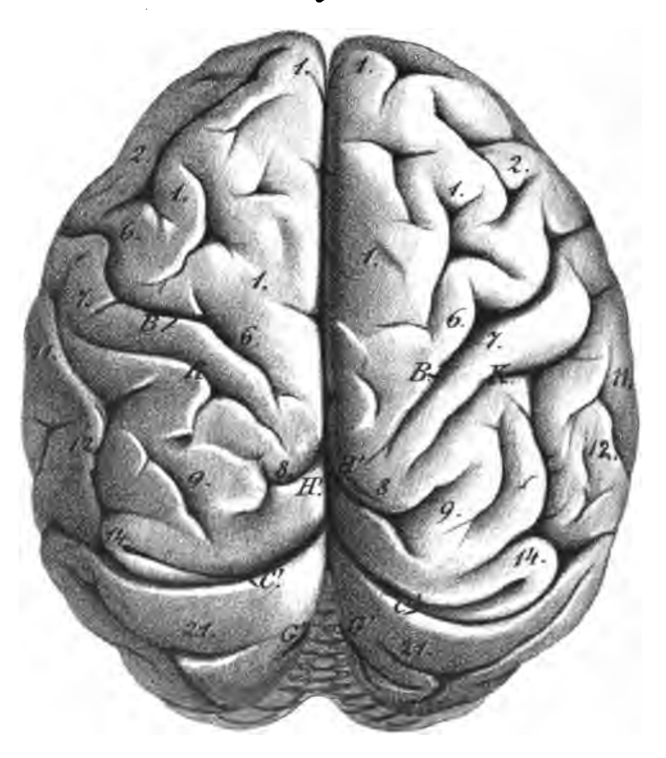
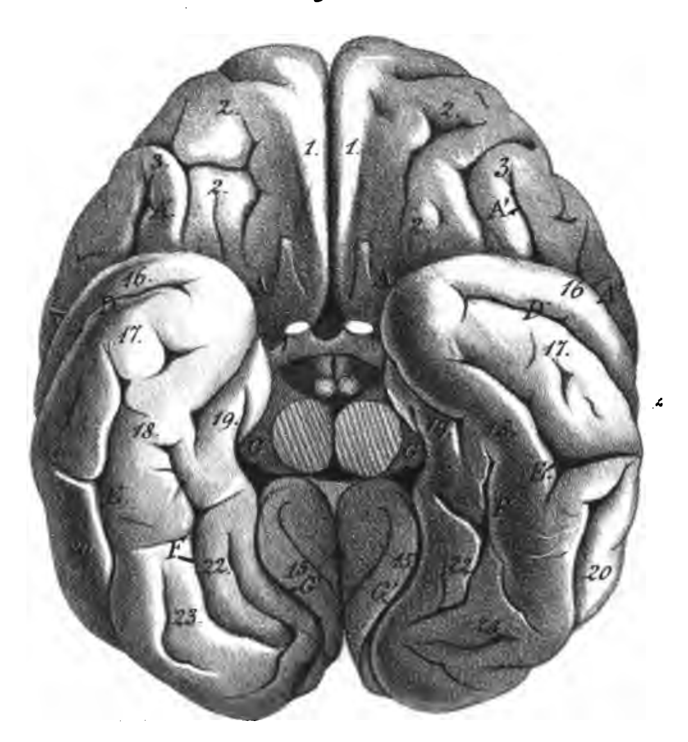
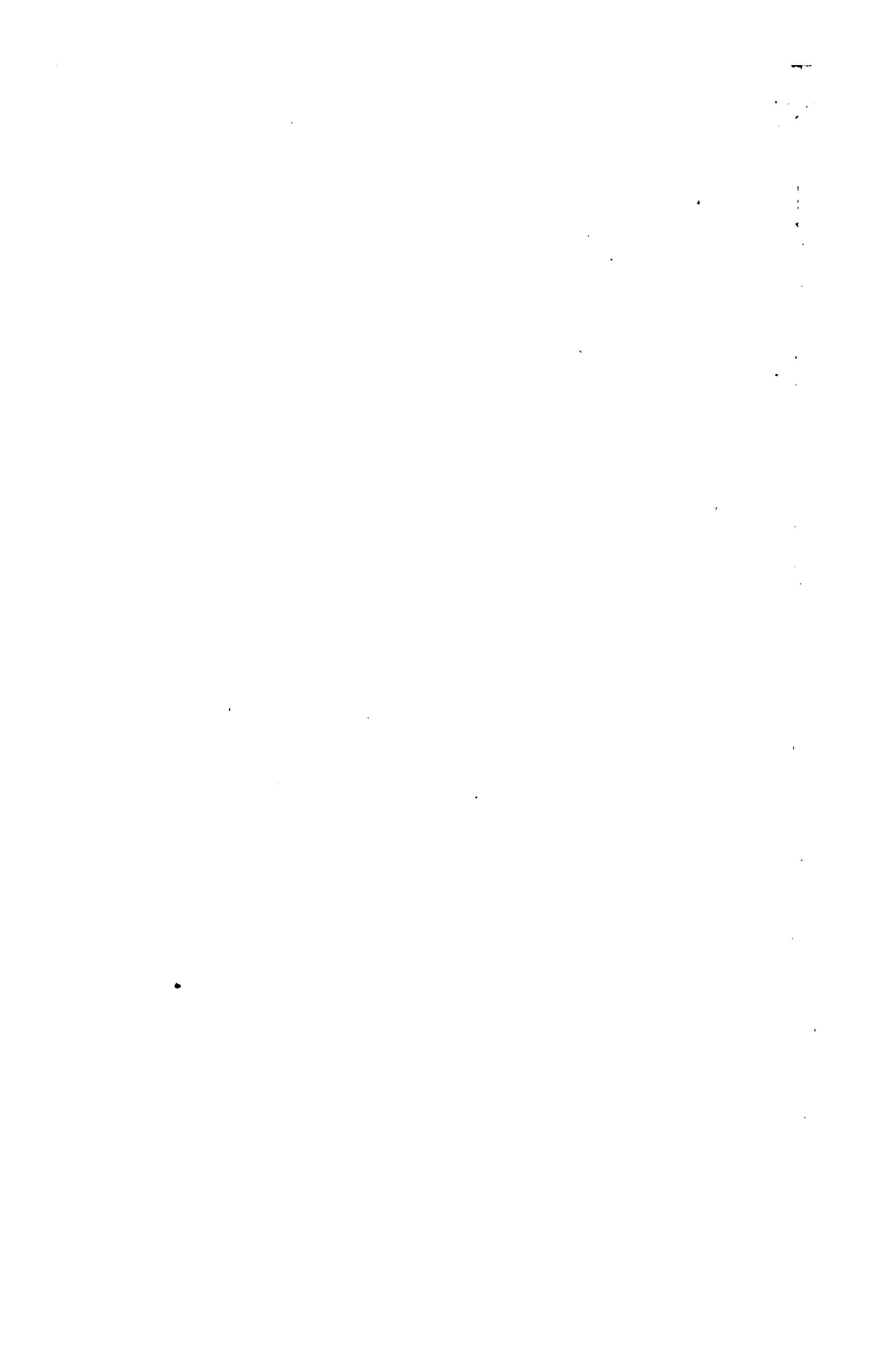


Fig. II.





Zu Dr. v. Bischoff's Abhdl. über das Gehirn eines Orang-Outangs.

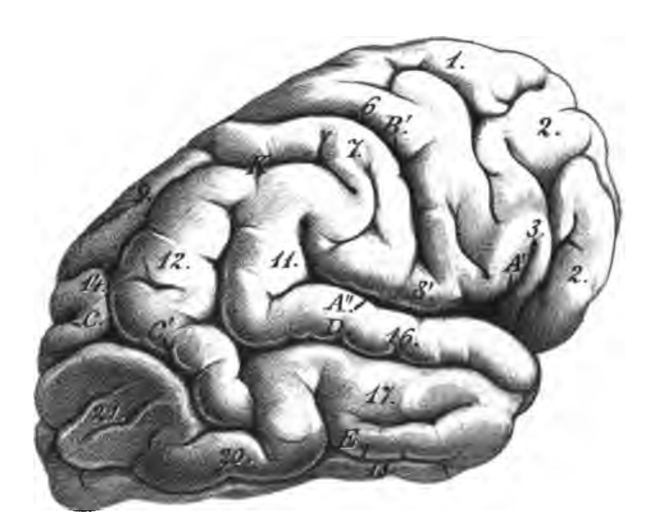


Fig. III.



Fig. IV.

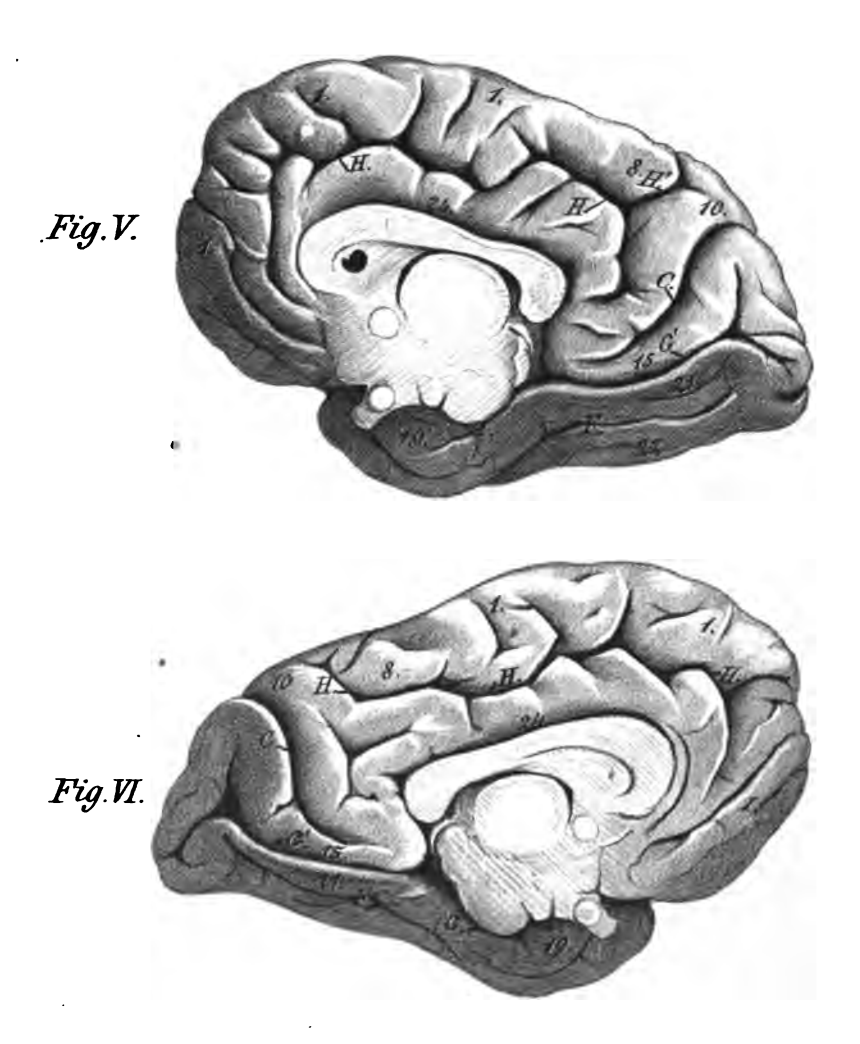
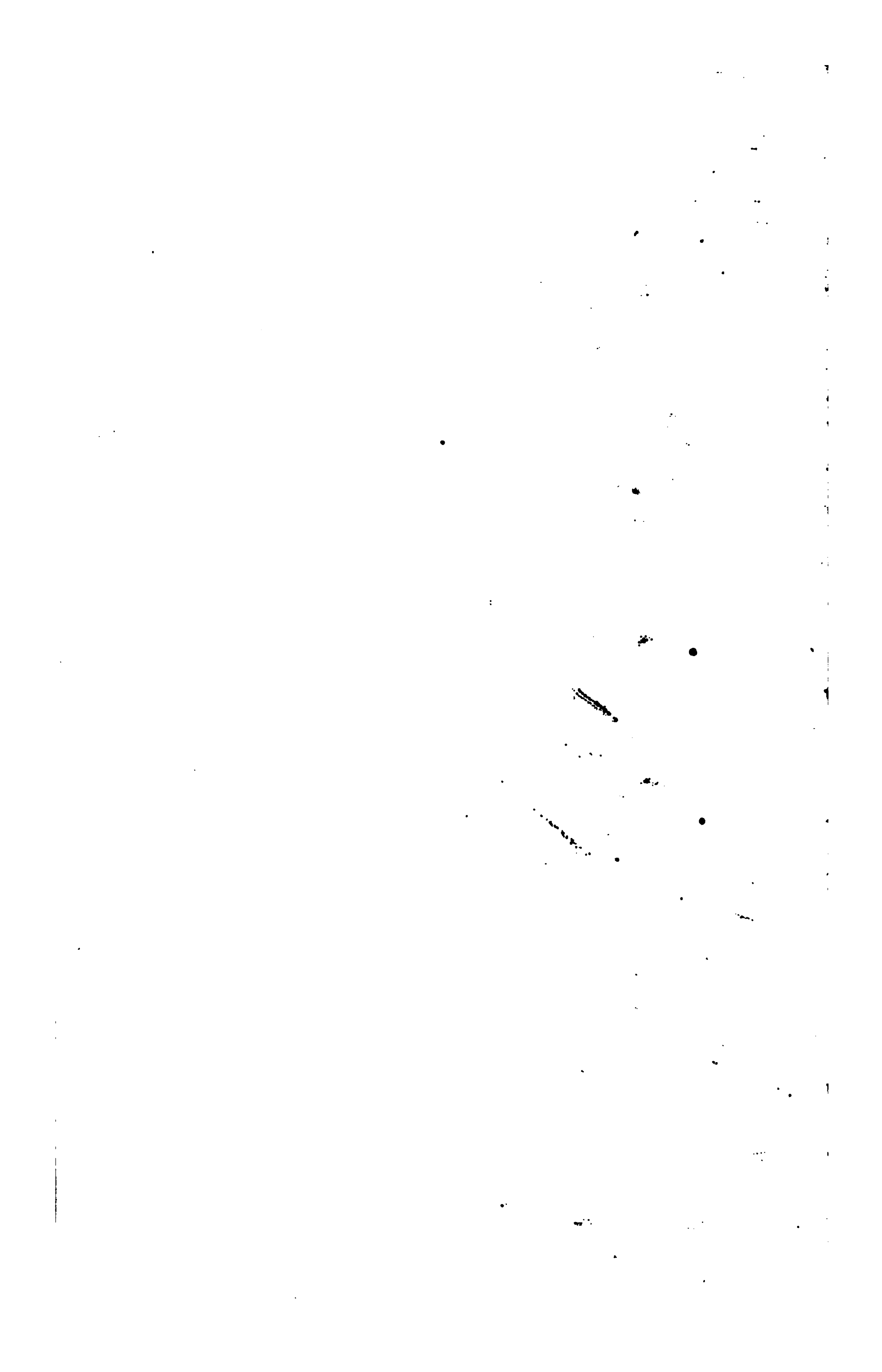


Fig. V.

Fig. VI.



2. Mittlere Stirnwindung.
3. Untere Stirnwindung.
5. Mediale Fläche der oberen Stirnwindung.
6. Vordere Centralwindung.
7. Hintere Centralwindung.
8. Obere Bogenverbindung der Centralwindungen.
8'. Untere Bogenverbindung der Centralwindungen.
9. Vorzwickel (Lobule du deuxième Pli ascendant).
10. Medialfläche des Vorzwickels (Lobule quadrilatère).
11. Erste oder vordere Scheitelbogenwindung (Pli marg. sup.).
12. Zweite oder hintere Scheitelbogenwindung (Pli courbe).
14. Vierte oder innere obere Scheitelbogenwindung (Premier Pli de Passage externe).
15. Vogelklauen-Windung, Gyrus calcarinus, beim Menschen fünfte oder innere untere Scheitelbogenwindung (Pli de Passage inférieur interne).
16. Erste Schläfenwindung.
17. Zweite Schläfenwindung.
18. Dritte Schläfenwindung.
19. Vierte Schläfenwindung (Gyrus Hippocampi).
20. Uebergangswindung vom Schläfen- zum Hinterhauptslappen.
21. Oberes Hinterhauptsläppchen oder Zwickel.
22. Untere innere Hinterhaupts-Windung oder zungenförmiges Läppchen.
23. Untere äussere Hinterhauptswindung oder spindelförmiges Läppchen.
24. Zwingenwulst (Gyrus Cinguli).

Sitzung vom 8. Juli 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Der Classensecretär Fr. v. Kobell hielt einen Vortrag:

„Ueber die Complementärfarben des Gypses im polarisirten Lichte."

Die prachtvollen Farben, welche sehr dünne Gypsblätter im polarisirten Lichte zeigen, haben, seitdem Arago im Jahre 1811 auf sie aufmerksam gemacht hat, die Physiker mehrfach beschäftigt. Arago erkannte, dass diese Farben, mit einem Kalkspath untersucht, in dessen zwei Bildern complementär erscheinen. Brewster beschreibt die Erscheinung ganz genau; wie vom glänzenden Roth ausgehend beim Drehen des Analyseurs die Farbe allmählig sich bleiche, bis sie bei einer Drehung um 45° ganz verschwinde und darüber hinaus allmählig mit Grün erscheine und diese Farbe immer glänzender hervortretend bei einer Drehung von 90° in vollkommener Schönheit sich zeige.

So ist das Verhalten, wenn die Schwingungsebene des Gypsblattes parallel den Schwingungen des Nicol's ist, und diese rechtwinklig gegen die des Lichtes, welches von einem schwarzen Spiegel polarisirt wird. Das Stauroskop giebt die Lage der Schwingungsebene am Gyps in der Art an, dass sie mit der fasrigen Spaltungsfläche einen Winkel von 15°, mit der muschligen einen von 50° bildet. Sie fällt also nahezu in die Richtung der von Neumann bestimmten optischen Mittellinie. Der spitze ebene Winkel des rhomboidalen Blattes ergiebt sich daraus zu 65°. Nach andern genauen Messungen ist er 66° 14′.

Wenn man auf einem Gypsblatt die Linie der Schwingungsebene einritzt und das Blatt so dreht, dass diese Linie

mit der Schwingung des auf dunkel gestellten Nicols parallel liegt, so zeigen sich die Erscheinungen ganz normal, wie sie Brewster angegeben; man erhält zu einer erscheinenden Farbe durch Drehung des Nicol's um 90° nach links oder rechts die complementäre und ein farbloses Feld beim Drehen um 45°.

Anders verhält es sich, wenn das Gypsblatt so gedreht wird, dass die Schwingungsebene seiner Doppelbrechung eine andere Lage gegen die Schwingung des Nicol's hat als die angegebene. Dann kann der Fall eintreten, dass für eine Farbe schon beim Drehen des Nicols um 45° die complementäre erscheint. Ich habe darüber einige Beobachtungen angestellt und zwar zunächst mit Rücksicht auf die fasrige Theilungsfläche oder die entsprechende Linie, welche, oft mehrfach, an jedem Gypsblatt kenntlich oder leicht aufzufinden ist. Ich benützte vorzüglich einen grossblättrigen Gyps von Aschersleben am Harz, von welchem ich durch freundliche Mittheilung des Herrn Prof. Ulrich in Hannover schöne Platten erhielt. Es ist dieser Gyps wie kaum ein anderer fein und so gleichmässig spaltbar, dass oft über ein Quadratzoll gross im polarisirten Lichte eine einzige Farbe daran erscheint. Blätter von einiger Länge sind, abweichend von den gewöhnlichen Varietäten, elastisch biegsam.

Um bequem und sicher beobachten zu können, wurde das Gypsblatt auf eine runde Glasscheibe mit etwas Wachs befestigt und dieser auf einem Gestell die gehörige Neigung gegen den schwarzen Spiegel gegeben oder ich klemmte das Blatt in eine, auf einem kleinen Statif angebrachte, neigbare kurze Pincette. Der in einer cylindrischen Fassung befindliche Nicol wurde durch die Mitte einer nach 45° getheilten Kreisscheibe gesteckt und ein für sich, und auch mit dem Nicol beweglicher Zeiger angebracht. Diese Scheibe wurde von einem Träger festgehalten.

Wenn der Nicol gegen den Spiegel dunkel gestellt ist und am rhomboidalen Gypsblatt die Faserfläche oder die ihr entsprechende Linie horizontal liegt, also in einer Lage, wo die Schwingungsebene des Blattes mit der Schwingung des Nicols einen Winkel von 40° bildet, so erhält die erscheinende Farbe ihre complementäre beim Drehen des Nicols um 45° und zwar so, dass der Uebergang für ganz gleiche Stellung des Blattes (der stumpfe ebene Winkel oben links s. Fig. 1) bei einigen durch Drehen des Nicols nach rechts,

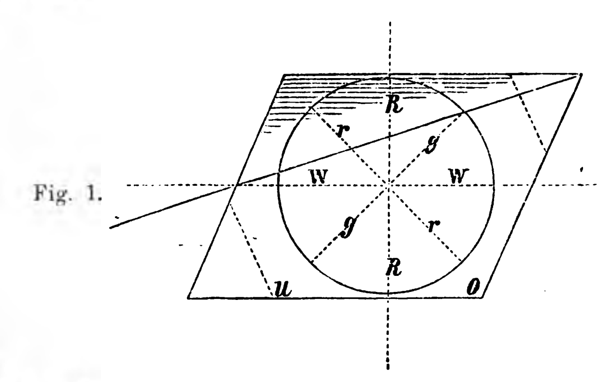


Fig. 1.

bei andern aber durch Drehung nach links erfolgt, vergleichbar dem Verhalten eines rechts- oder eines linksdrehenden Bergkrystalls bei der Circularpolarisation.

Bei einem das Roth und Grün glänzend zeigenden Blatt war vom unmittelbar erscheinenden Roth (für die genannte Stellung) beim Rechtsdrehen des Nicols

um 45° das Feld complementär Grün,
„ 90° „ „ farblos,
„ 135° „ „ blassroth,
„ 180° „ „ vom ursprünglichen Roth.

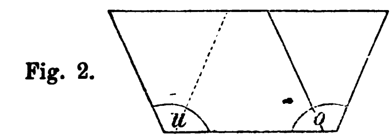
Beim Linksdrehen von diesem Roth aus zeigte sich
das Feld bei 45° blassroth,
„ „ „ 90° farblos

das Feld bei 135° complementär Grün,
" " " 180° vom ursprünglichen Roth.

Bei anderen Blättern, und deren war die grössere Zahl, folgte auf die erscheinende Farbe die complementäre beim Linksdrehen des Nicols.

Diese seltsame Erscheinung hängt mit einer Zwillingsbildung zusammen, von der man übrigens bei den meisten Blättern unmittelbar nichts erkennt. Bei einzelnen aber zeigt sich der spitze Winkel des rhomboidischen Blattes durch eine Linie abgeschnitten, s. Fig. 1 und stehen sich die gleichen Winkel u und o gegenüber. Stellt man nun das Blatt so, dass der Winkel u oben links zu stehen kommt, so ist die Drehung des Nicols um 45° für die Complementärfarbe derjenigen entgegengesetzt, welche beobachtet wird, wenn der Winkel o oben links zu stehen kommt, weil dieses nur durch Umdrehen des Blattes geschehen kann. Das Zwillingsgesetz ist, dass ein Blatt gegen das andere um die Faserfläche um 180° gedreht ist. Figur 2.

Fig. 2.



Diese Zwillungsbildung, an vielen Blättern, wie gesagt, ganz unkennbar, wird an manchen im polarisirten Lichte enthüllt durch die oft prächtig in Farben strahlenden Dreiecke, welche sich am Rande des Gypsblattes zeigen. Es sind gleichschenkliche Dreiecke, deren Winkel an der Basis, jeder 66° 14′, an der Spitze 47° 32′ misst. (S. Fig. 1.) Die Basis hat die Lage der Faserfläche, die gleichen Seiten des Dreiecks entsprechen der muschligen Theilungsfläche und erscheinen in Folge des Zwillingsgesetzes gegen einander geneigt. —

Ich habe in ähnlicher Weise einen Muscovit von Buckfield in Maine untersucht.

Die Krystalle sind tafelförmige rhombische Prismen von 120° mit der brachydiagonalen Fläche, die Axenebene liegt in der Makrodiagonale, die Schwingungen der Doppelbrechung gehen nach den Diagonalen. Wenn ein gehörig dünnes Blatt so gestellt wird, dass die Schwingungsebene mit der des Nicols parallel und dieser auf Dunkel gegen den Spiegel steht, so zeigt das Blatt keine Farbe, wie für solche Stellung beim Gyps der Fall ist, es erscheint dunkel und beim Drehen des Nicols um 90° hell, ohne merkliche oder nur ganz schwache Färbung in der Zwischenstellung. Wenn aber eine Seite der rhombischen Tafel horizontal gestellt wird und der stumpfe ebene Winkel oben links, so zeigen sich Farben, welche beim Drehen des Nicols um 45° nach links in die complementären übergehen. Die Schwingungsebene des Blattes bildet dabei mit der Schwingung des dunkel gestellten Nicols 60°.

Der Classensecretär bespricht eine vorgelegte Abhandlung von Dr. Fr. Pfaff:

„Zur Darstellung der Circularpolarisation durch Glimmerblättchen."

Zur Erklärung der Erscheinungen der Circularpolorisation findet man in den Lehrbüchern der Physik die Darstellungsweise der gleichen Farbenveränderungen durch 2 Glimmerblättchen beschrieben, welche dieselben an einem zwischenliegenden Gypsblättchen erzeugen, wenn der Gangunterschied der beiden Strahlen im Glimmer $^1/_4$ Wellenlänge beträgt, und die Schwingungsrichtungen der beiden Strahlen im Gypse 45^0 mit denen der Glimmerblättchen bilden. Dieselbe künstliche Circularpolarisation kann man auch gerade so durch Anwendung zweier Fresnel'scher Glasparallelipipedons erhalten.

Bei dieser Darstellung der Circularpolarisation ergeben sich aber zwei wesentlich von einander verschiedene Modificationen, die ich deshalb einer kurzen Erwähnung für werth halte, weil die eine davon meines Wissens nirgends beschrieben ist und sich an natürlichen einfachen circularpolarisirenden Krystallen nicht findet, dann aber auch, weil sich dabei zeigen lässt, wie man zuweilen auch scheinbar sehr complicirte optische Erscheinungen sehr einfach durch eine graphische Darstellung klar machen kann.

Was zunächst die Erscheinung selbst betrifft, welche die Kombination von zwei solchen Glimmerblättchen mit

einem Gypsblättchen betrifft, so müssen wir hier genau genommen 4 Modificationen unterscheiden, nemlich folgende:

I. Die beiden Glimmerblättchen liegen in gleicher Lage zu einander, d. h. in beiden geht die Schwingungsrichtung des schneller wie des langsamer sich fortpflanzenden Strahls in gleicher Richtung vor sich; dabei kann wieder die Richtung der beiden Strahlen des Gypsblättchens eine doppelte sein und zwar der Art, dass wenn wir uns die Richtung des langsameren Strahles in den Glimmern von Ost nach West gerichtet denken, derselbe des Gypses
   a) von Südost nach Nordwest oder
   b) von Nordost nach Südwest gerichtet ist.

II. Die beiden Glimmerblättchen liegen nicht in gleicher Lage, sondern gegen I um 90° das eine gegen das andre gedreht, und auch hier wieder können wir den Fall a und b für die Lage des Gypsblättchens unterscheiden.

Die sub II aufgeführte Lage giebt die ganz normalen Erscheinungen der Circularpolarisation, wie wir sie an einer Quarzplatte beobachten und zwar ist die Kombination im Fall a für die Lage des Gypsblättchens zur untern Glimmerplatte links drehend, im Falle b rechts drehend.

Ganz eigenthümlich gestalten sich aber die Verhältnisse im Falle I, wenn die Glimmer gleiche Lage haben. Dann beobachten wir nemlich:

1) eine Farbenveränderung durch Drehung des Analyseurs, aber auch
2) eine noch viel rascher vor sich gehende Farbenwandlung des Gypsblättchens durch Drehung der ganzen Kombination, die ja bekanntlich bei dem Quarze keine Veränderung erzeugt, und zwar findet sich im Falle I,a Linksdrehung des Blättchens, durch Drehung des Analyseurs die Farbenveränderung wie bei

einer links drehenden Quarzplatte, aber rechts gehende Farbenwandlung durch Drehung der Kombination der 3 Blättchen. D. h. lassen wir die Kombination ruhig liegen und drehen den Analyseur, so erhalten wir dieselbe Erscheinung, wie wenn eine links drehende Quarzplatte auf dem Apparate läge. Lassen wir aber den Analyseur ruhig stehen und drehen die Kombination, von links nach rechts, d. h. in entgegengesetzter Richtung als vorher den Analyseur, so folgen die Farben genau in der Weise auf einander, wie bei einer linksdrehenden Quarzplatte. Man beobachtet ferner, dass eine Drehung der Kombination um n Grade nach rechts genau denselben Effect hat, als eine Drehung des Analyseurs um 2n Grade nach links, so dass wir durch gleichzeitige Drehung des Analyseurs und der Kombination in entgegengesetzter Richtung in allen Stellungen des Analyseurs dieselbe Farbe erzeugen können.

Im Falle I,b haben wir Rechtsdrehung durch den Analyseur und linke Farbenwandlung durch Drehung der ganzen Kombination.

Ganz dasselbe erhält man auch mit den Fresnel'schen Parallelipipedis bei verschiedner Stellung derselben.

Es dürfte gewiss eine höchst schwierige Aufgabe sein, durch Rechnung diese Eigenthümlichkeit zu beweisen und zu erklären, gesteht doch schon Ohm zu, dass allgemeine Formeln für Kombinationen von 2 Platten, die doch nur 4 Strahlen geben können, höchst mühsam zu finden seien, wie viel mehr für einen Fall, wie der vorliegende, wo man es mit 8 Strahlen, die aus dem dritten Blättchen austreten, zu thun hat.

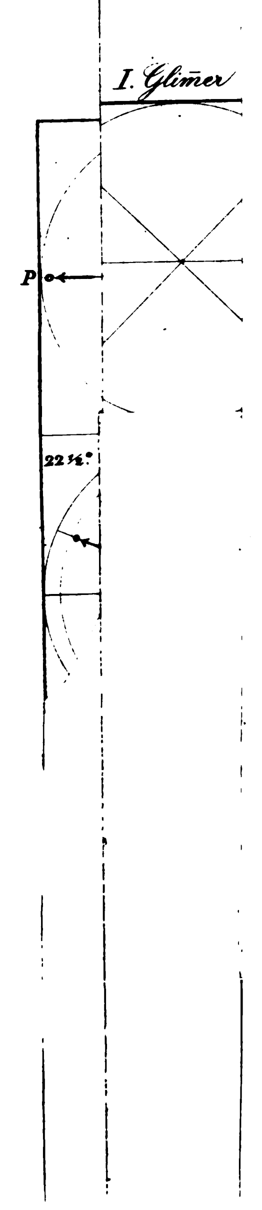
Um mich zu überzeugen, ob wirklich die aus der Beobachtung sich ergebende Thatsache, dass eine Drehung von 2n Graden des Analyseurs dieselbe Wirkung habe, wie

eine von n Graden der Kombination stets zutreffe, versuchte ich auf graphischem Wege die Erscheinung anschaulich und begreiflich zu machen und war überrascht, wie sich dieselbe auf diesem Wege vollkommen deutlich machen lasse. Natürlich muss man dabei einen ganz bestimmten einzelnen Fall im Auge behalten. Die beiden Tafeln zeigen nun den Wechsel der Erscheinung für 2 Gypsblättchen, von denen das eine (Taf. I) einen Gangunterschied der Strahlen von $^1/_4$ das andre (Taf. II) von $^1/_2$ Wellenlänge erkennen lässt.

Zur Erläuterung der Figuren diene folgendes: Die erste Reihe von Quadraten enthält in den senkrecht über einander stehenden 5 Abtheilungen den Schwingungszustand des Strahles beim Austritt aus dem untern Glimmerblättchen, das polarisirte Licht ist stets als in der durch die Linie PP bezeichneten Richtung schwingend angenommen. Im obersten Quadrate ist die Lage der Kombination eine solche, dass der rascher sich fortpflanzende Strahl im untern Glimmer mit PP zusammenfällt, im zweiten Quadrat derselben Reihe sind die beiden aus dem untern Glimmer austretenden Strahlen nach einer Drehung der Kombination um $22^1/_2{}^0$ dargestellt, in dem dritten nach einer Drehung um 45^0 u. s. f. bis zu einer Drehung von 90^0 das Verhältniss der Intensität der verschiedenen Strahlen ist durch die verschiedenen Kreise angegeben.

Die zweite Kolumne enthält die das Gypsblättchen eben verlassenden Strahlen in ihren verschiedenen Phasen, überall sind die beiden verschiedenen Strahlen durch rothe und blaue Pfeile angedeutet, welche zugleich durch ihre Richtung die Schwingungsrichtung des durch ein Ringchen angedeuteten Aethertheilchens bezeichnen.

Die dritte und vierte Kolumne zeigt die Phasen der 8 resp. 4 Strahlen, die aus dem obern Glimmerblättchen austreten und die von ihnen erzeugte Resultante giebt der grosse mit diesem Namen bezeichnete Pfeil an, und zwar


I. Glimer
P
22½°

[illegible] und zwar

die dritte Kolumne die für gleiche Glimmerlage hervorgehende, während die vierte die für gekreuzte Glimmerblättchen nachweist.

Man sieht sofort durch Vergleichung der dritten und vierten Kolumne auf beiden Tafeln: die Drehung der Kombination ist bei gekreuzten Glimmerplatten ohne Einfluss auf die Lage der Resultante, dieselbe ist nur abhängig von der Dicke des Gypsblättchens, wie eine Vergleichung von von Taf. I und II zeigt, dagegen bewirkt bei parallelen Glimmerplatten eine Drehung der Kombination um $22\,^1/_2\,^0$ u. s. f. eine Veränderung der Lage der Resultante um den doppelten Winkel, wie es der Beobachtung auch vollkommen entspricht.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien:

a) Denkschriften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Bd. 34. 1875. 4.

b) Sitzungsberichte. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe
I. Abthlg. Bd. 71.
II. „ „ 71.
III. „ „ 71. 1874—75. 8.

Vom Verein zur Beförderung des Gartenbaues der kgl. preuss. Staaten für Gärtnerei und Pflanzenkunde in Berlin:

a) Monatsschrift. 18. Jahrgang. 1875. 8.

b) Katalog der Bibliothek. 1875. 8.

Vom naturhistorischen Verein der preuss. Rheinlande und Westphalens in Bonn:

Verhandlungen. 31. und 32. Jahrgang. 4. Folge. 1874. 75. 8.

Von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1876. 8.

Vom naturwissenschaftlich-medizinischen Verein in Innsbruck:

Berichte. VI. Jahrgang. 1875. 8.

Vom zoologisch-mineralogischen Verein in Regensburg:

Correspondenz-Blatt. 29. Jahrgang. 1875. 8.

Von der k. ungarischen Akademie der Wissenschaften in Pest:

a) Icones selectae Hymenomycetum Hungariae. Pars II. III. 1874. Fol.
b) Mathematikai közlemények (Mathematische Mittheilungen). Bd. 7. 8. 9. 10. 1869—75. 8.

Vom k. b. Ministerial-Forstbureau in München:

Forstliche Mittheilungen. V. Bd. (der ganzen Reihe 17. Heft.) 1876. 8.

Vom R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. 1876. 8.

Von der Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. Année 1874—75. 8.

Von der R. Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Anno 271. Serie 2. Vol. I. 1873—74.
„ 272. „ „ „ II. 1874—75. 4.

Von der medical and chirurgical Society in London:

Transactions. Vol. LVIII. 1875. 8.

Von der Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. XXXVI. 1876. 8.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XXII. 1875. Revue bibliographique E. 1875. 8.

Von der Società dei Naturalisti in Modena:

a) Annuario. Serie II. Anno IX. Fasc. III. und IV.
b) Catalogo della biblioteca. Punt: prima 1875. 8.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

a) Verhandelingen. Afdeeling Natuurkunde. Deel XV. 1875. 4.
b) Verslagen en Mededeelingen. Afd. Natuurkunde. 2. Rks. Deel. IX. 1876. 8.

Vom Museum of comparative Zoölogy at Harvard College in Cambridge:

Annual Report of the Trustees. 1875. 8.

Von der Redaktion des American Journal in New-Haven:

The American Journal of Science and Arts. 3. Series. Vol. X. No. 60 und Vol. XI. No. 61. 1875. 8.

Vom Museum of comparative zoölogy at Harvard College in Cambridge:

a) Annual Report for 1874. Boston 1875. 8.
b) Illustrated Catalogue of the Museum. No. VIII. Zoölogical Results of the Hassler Expedition II. 1875. 4.

Von der American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings. Vol. 23. 1876. 8.

Von der American Medical Association in Washington:

Transactions. Vol. 26. Philadelphia 1875. 8.

Von der Society of Natural Sciences in Buffalo:

Bulletin Vol. III. 1875. 8.

Von der Universidad de Chile in Santiago:

a) Anuario meteorologico 1871—72. 8.
b) Estadística comercial de la república de Chile 1873. Valparaiso 1874. 4.
c) Cuarto apendice al reino mineral de Chile, de don Ignacio Domeyko. 1874. 8.
d) Colonizacion de Llanquichue, Valdivia i Arauco por José Ant. Varas i Adolfo Ibañez. 1872. 8.
e) Proyecto de código de minería. 1874. 8.

Von der Akademie der Wissenschaften in Krakau:

a) Rozprawy i Sprawozdania z posiedzeń math. Tom. 2. 1875. 8.
b) Sprawozdanie komisyi fizyograficznéj. Tom. 9. 1875. 8.

Von der physikalischen Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1871. XXVII. Jahrgang. 1876. 8.

Vom botanischen Verein in Landshut:

Fünfter Bericht über die Vereinsjahre 1874/75.

Vom naturforschenden Verein in Brünn:

a) Verhandlungen. XIII. Bd. 1874. 8.
b) Katalog der Bibliothek 1874. 8.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Dorpat:

a) Sitzungsberichte. 4. Bd. 1875. 8.
b) Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlandes. 2 Serie. Biologische Naturkunde. 5. Bd. 1875. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein von Neu- Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. 7. Jahrgang 1875. 8.

Vom statistischen Bureau in Budapest:

Die Sterblichkeit in der Stadt Pest in den Jahren 1872. 1873 und deren Ursachen. Von Jos. Körösi. 1876. 8.

Von der Sternwarte in Zürich:

Schweizerische meteorologische Beobachtungen. 11. und 12. Jahrgang. 1874. 1875. Supplementband 2. Lieferung. 1876. 4.

Vom Verein für Naturkunde in Fulda:

IV. Bericht. 1876. 8.

Von der anthropologischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. VI. Bd. 1876. 8.

Von der geologischen Reichsanstalt in Wien:

a) Jahrbuch. Jahrg. 1876. Bd. XXVI. 1876. 4.
b) Verhandlungen 1876. 4.

Vom Verein für wissenschaftliche Unterhaltung im Hamburg:

Verhandlungen. Bd. II. 1876. 8.

Von der Chemical Society in London:

Journal. Ser. 2. Vol. XIV. 1876. 8.

Von der Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. VII. Part. V. VI. No. 62. 63. 1875. 8.

Von der R. Astronomical Society in London:

Memoirs. Vol. XLII. 1873—1875. 4.

Von der Société Entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XVIII. 1875. 8.

Von der Académie R. de Médecine de Belgique in Brüssel:

Mémoires couronnés et autres mémoires. (Collection in 8.) Tom. III. IV. Fasc. 1876. 8.

Vom Radcliffe Observatory in Oxford:

Radcliffe Observations. Vol, XXXIII. 1873. 8.

Von der Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. Tom. XI. Fasc. 1. 1876. 8.

Von der kais. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:

Repertorium für Meteorologie. Ueber den täglichen und jährlichen Gang der Feuchtigkeit in Russland. Von H. Wild. 1875. 4.

Von der Società dei Naturalisti in Modena:

Annuario. Anno X. 1876. 8.

Von der Société de géographie in Paris.

Bulletin. Avril 1876. 8

Von der Società toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Vol. II. 1875—76. 8.

Von der Ohio State Agricultural Society in Columbus:

29. Jahresbericht für das Jahr 1874. 8.

Von der Peabody Academy of science in Salem:

a) 6. annual Report for the year 1873. 8.
b) The American Naturalist. Vol. IX. 1874—75. 8.

Vom Herrn August Vogel in München:

Einige Ansprüche des Landbaues auf Steuer- und Zollentlastung. Berlin 1876. 8.

Vom Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

Die Zwillingsverwachsung der triklinen Feldspathe nach dem sogen. Periklin Gesetze. 1876. 8.

Von Herrn Emil Czyrnianski in Krakau:

Mechanisch-chemische Theorie der sinnlichen Welt 1876. 8.

Vom Herrn Ernst Häckel in Jena:

Die Perigenesis der Plastidule oder die Wellenzeugung der Lebenstheilchen. Berlin 1876. 8.

Vom Herrn Franz Kremer in Chemnitz:

Phanerogamen-Flora von Chemnitz und Umgegend. 1875. 4.

Vom Herrn Albert Kölliker in Würzburg:

Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig 1876. 8.

Vom Herrn J. R. Mayer in Stuttgart:

Die Torricellische Leere und über Auslösung. 1876. 8.

Vom Herrn R. Hoppe in Leipzig:

Archiv für Mathematik und Physik. 59. Theil 1876. 8.

Vom Herrn Moriz A. Stern in Göttingen:

Ueber eine Eigenschaft der Bernoullischen Zahlen. Berlin 1876. 4.

Vom Herrn G. Omboni in Venedig:

Delle antiche morene vicine ad Arco nel Trentino. 1876. 8.

Vom Herrn Ferd. von Müller in Melbourne:

a) Fragmenta phytographiae Australiae. Vol. VII. 1869—71. 8.
b) Descriptive Notes on Papuan Plants. I. 1871. 8.

Vom Herrn M. E. Quetelet in Brüssel:

La tempête du 12. Mars 1876. 8.

Vom Herrn George M. Wheeler in Washington:

Annual Report upon the geographical Explorations and Surveys West of the one hundredth Meridian. 1875. 8.

Vom Herrn Giovanni Luvini in Turin:

a) Presentazione di un modello di dieteroscopio 1876. 8.
b) Le diéthéroscope, IIe communication 1876. 8.

Vom Herrn M. Daubrée in Paris:

a) Formation contemporaine de diverses espèces minérales cristallisées 1876. 8.
b) Association du platine natif à des roches. 1876 8.

Vom Herrn J. Macpherson in Cadiz:

a) On the origin of the Serpentine of the Ronda Mountains. Madrid. 1876. 8.
b) Sobre las rocas eruptivas de la provincia de Cádiz 1876. 8.

Von der deutschen geologischen Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. XXVIII. 1876. 8.

Vom siebenbürgischen Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt.

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. 26 1876. 8.

Von der zoologischen Station in Neapel:

I. Jahresbericht. Leipzig 1876. 8.

Von der Academy of Sciences in San Francisco:

Proceedings. Vol. V. Part. 3 1875. 8.

Von der Société botanique de France in Paris:

Bulletin. Tom. XXIII. 1876. Comptes rendus des séances. 1875. 76. 8.

Vom Herrn Ernst Ziegler in Würzburg:

Untersuchungen über pathologische Bindegewebs- und Gefässneubildung. Mit 7 Tafeln. 1876. 8.

Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. Neue Folge. Bd. 13. 1876. 8.

Vom Herrn R. Clausius in Bonn:

Die mechanische Wärmetheorie. 2. Aufl. Bd. I. Braunschweig 1876. 8.

Vom Herrn F. V. Hayden in Washington:

Miscellaneous Publications. No. 5. 1875. 8.

Vom Herrn M. C. Marignac in Genf:

Sur les chaleurs spécifiques des solutions salines. 1876. 8.

Vom Herrn Gustavus Hinrichs in Jowa City:

a) The great Jowa Meteor. New-York 1875. 8.
b) Biographical Sketch of Wilhelm von Haidinger. Davenport 1872. 8.
c) Six notes de chimie moléculaire sur la rotation des molécules. Paris 1874—5 4.
d) Jowa Weather Review 1875. No. I.—III. 1875. 4.
e) Monthly Results of Meteorological Observations. 1875. 8.

Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig.

Journal für praktische Chemie. Neue Folge. Bd. 12 und 13. 1875. 76. 8.

Vom Herrn J. G. Galle in Breslau:

Ueber eine Bestimmung der Sonnen-Parallaxe aus correspond. Beobachtungen des Planeten Flora. 1875. 8.

Vom Herrn Alex. Ecker in Freiburg:

Zur Kenntniss der Wirkung der Skoliopädie des Schädels auf Volumen, Gestalt und Lage des Grosshirns und seiner einzelnen Theile. Braunschweig 1876. 4.

Vom Herrn Ferd. von Müller in Melbourne:

Descriptive Notes on Papuan Plants. I. 1875. 8.

Vom Herrn Carl Guillermo Moesta in Dresden:

Observaciones astronomicas hechas en el Observatorio nacional de Santiago de Chile en los años de 1856 á 1860. Tomo II. 1875. 4.

Vom Herrn E. Van de Vyvere in Brüssel:

Observation de l'Alloxantine. 1876. 8.

Vom Herrn Francesco Orsoni in Pisa:

Ricerche elettro-dinamiche sulle Rotazioni paleogeniche. 1876. 4.

Vom Herrn Ernst Quetelet in Brüssel:

Annales météorologiques de l'Observatoire R. de Bruxelles. 1874. Huitième Année. 1875. 4.

Vom Herrn George M. Wheeler in Washington:

Geographical Explorations and Surveys West of the 100th Meridian. Topographical Atlas, by G. M. Wheeler 1874. Fol.

Sitzung vom 6. November 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr **Seidel** legt nachstehende Abhandlung vor:

„Ueber den Gültigkeitsbereich der Taylorschen Reihenentwickelung von dem correspondirenden Mitgliede Herrn **P. du Bois-Reymond** in Tübingen".

Bedingungen, welche für die Taylorsche Entwickelbarkeit einer Function genügen, ergeben sich, wenn es sich um Functionen reeller Veränderlichen handelt, aus den bekannten Restausdrücken, während Cauchy's berühmte Regeln Aehnliches leisten für Functionen, welche man von complexen Argumenten abhängen lässt. Von den nothwendigen Bedingungen für die Taylorsche Entwickelung, falls dergleichen vorhanden sind, haben wir aber nicht die geringste Vorstellung; ja ich glaube sogar, dass über den Spielraum, welchen sie gewähren könnten, irrige Ansichten allgemein verbreitet sind.

Gegenstand dieser kleinen Mittheilung sind einige Bemerkungen über die Gültigkeit der Taylorschen Entwickelung bei Functionen einer reellen Veränderlichen.

1.

Setzen wir

$$f(x+h) = f(x) + hf'(x) + \cdots \frac{h^{n-1}}{(n-1)!}\, f^{(n-1)}(x) + R_n$$

so lautet das Restintegral und der Lagrangesche Rest:

$$R_n = \int_x^{x+h} d\alpha f^{(n)}(\alpha) \frac{(x+h-\alpha)^{n-1}}{(n-1)!} = \frac{h^n}{n!} f^{(n)}(\xi)\,,\ x \leqq \xi \leqq x+h\,.$$

Damit das Integral mit ins Unbegrenzte wachsendem n der Null sich nähere, würde es zwar nicht nothwendig sein, aber genügen, dass die Function unter dem Integralzeichen verschwindet, eine Bedingung, die ihrerseits dadurch wieder zwar noch mehr eingeschränkt, jedoch sehr vereinfacht würde, dass man statt der zwischen Null und h sich bewegenden Grösse $x + h - \alpha$ die Grösse h einführte. Aber wenn wir statt des Integrals den Lagrangeschen Rest zu Grunde legen, so erhalten wir direct eine vortheilhaftere Bedingung, nämlich die, dass

$$\lim_{n=\infty} \frac{h^n f^{(n)}(\alpha)}{n!}$$

verschwinden müsse für jeden Werth α des Intervalls $x \leqq \alpha \leqq x + h$. Diese ausreichende Bedingung wollen wir uns etwas näher ansehen.

2.

Man hat:

$$n! = u\sqrt{2\pi}\, e^{(n+\frac{1}{2}) \ln - n}$$

wo $\lim_{n=\infty} u = 1$. Demnach lautet die Entwickelbarkeitsbedingung:

$$f^{(n)}(\alpha) < e^{n \ln + n(l \frac{1}{h} - 1) + \frac{1}{2} \ln}$$

Ist diese Bedingung erfüllt für $x \leqq \alpha \leqq x + h_1$, so gilt die Taylorsche Entwickelung für x und $h \leqq h_1$. Ist dagegen, unter Vernachlässigung des Logarithmus im letzten Gliede des Exponenten, die kürzere Bedingung

$$f^{(n)}(\alpha) < e^{n \ln + n(l\frac{1}{h} - 1)}$$

für $x \leqq \alpha < x + h_1$ erfüllt, so ist die Gültigkeit der Ent-

wicklung nur für x und $h < h_1$ nachgewiesen. Die sich hieran knüpfende wichtigste Aufgabe wäre, die vorstehende Bedingung für die nte Ableitung in Eigenschaften der Function selbst zu übersetzen. Es ist mir jedoch trotz mehrfacher Bemühungen in dieser Richtung Nichts geglückt, was der Rede werth wäre. Doch schon die blosse Aufstellung jener Bedingung veranlasst Ueberlegungen, die hinsichtlich des Gültigkeitsumfangs der Taylorschen Entwickelung unsere Vorstellungen zu berichtigen geeignet sind.

3.

Wenn die vorstehende Bedingung auch nicht die nothwendige ist, so kann man z. B. soviel aussagen, dass, falls das Unendlich nach n von $f^{(n)}(\alpha)$ für ein ganzes Intervall von α eine gewisse Grösse übersteigt, die Function für Werthe von x und $x + h$, die diesem Intervall angehören, nicht entwickelbar ist. Nun nimmt man gewöhnlich an, dass die Stetigkeit einer Function und ihrer sämmtlichen Ableitungen ihre Taylorsche Entwickelbarkeit bedinge. Danach müsste also die Stetigkeit der Ableitungen der Function mit dem Unendlich nach n der nten Ableitungen in unmittelbaren Zusammenhang stehen. Möglich ist das schon, aber ich muss bekennen, dass die Entdeckung einer solchen Beziehung, nach welcher aus der Stetigkeit von $f^{(n)}(x)$ eine Grenze für das Unendlich nach n von $f^{(n)}(x)$ folgte, mich ungemein überraschen würde.

Man steht also einerseits unter dem Einfluss der mit der mathematischen Muttermilch eingesogenen Vorstellung, dass eine in einem Intervall mit allen ihren Ableitungen stetige Function für jeden Werth x jenes Intervalls, höchstens einzelne Puncte ausgenommen, in denen ihr analytischer Sinn undeutlich wird, und für hinreichend kleine Werthe von h sich auf die Taylorsche Weise convergent entwickeln lassen müsse, andererseits erzeugen die obigen Ueberleg-

ungen den Verdacht, dass die Brauchbarkeit dieser Entwickelungsart durch die Stetigkeit der Ableitungen einer Function nicht nothwendig bedingt werde, sondern auf anderen Functionaleigenschaften beruhe. Dem Schwanken zwischen diesen beiden Standpuncten wird, wie in anderen ähnlichen Fällen, ein Ende gemacht durch sorgfältiges Erwägen der Umstände, unter denen die in Rede stehende Formel versagen kann. So gelangt man denn zu folgender einfachen und entscheidenden Frage:

Giebt es mit ihren sämmtlichen Ableitungen stetige Functionen einer reellen Veränderlichen x, die für keinen besonderen Werth von x einer besonderen Erklärung bedürfen, bei denen gleichwohl in einem Puncte $x = x_1$ die Taylorsche Entwickelung $f(x_1 + h) = f(x_1) + hf'(x_1) + \cdots$ für jeden Werth von h versagt?

Hat man nämlich erst eine Function, welche einen solchen Punct x_1 besitzt, so giebt es verschiedene Kunstgriffe, um aus dieser Function andere zu bilden, die dergleichen Puncte in jeder kleinsten Strecke der Veränderlichen haben, woraus dann weiter sich schliessen lässt, dass diese neuen Functionen überhaupt nicht nach der Taylorschen Reihe entwickelbar sind.

Nun, diese Frage einmal gestellt, bieten sich mancherlei Functionen dar, die sie zu bejahen zwingen. Ich werde im Folgendem zwei Functionen besprechen, von denen die erstere, ob sie gleich zusammengesetzter ist, mir doch in Rücksicht auf die hier verfolgten Ziele die entscheidende zu sein scheint, während gegen das Gewicht des zweiten, übrigens bekannten Beispieles schwer zu entkräftende Einwendungen erhoben werden können.

4.

Es sei also erstens vorgelegt die Function:

$$f(x) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{(-1)^{p+1}}{2p\,!} \; \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2},$$

in der die Grössen a_p mit unendlich werdendem p gegen Null abnehmen, wie z. B. $a_p = 2^{-p}$.

Die Function f(x) ist 1. sammt allen ihren Ableitungen stetig, 2. nicht nach x entwickelbar.

Wir wollen diese Eigenschaften durch Rechnung bestätigen.

Die Reihe ist zunächst gliedweise differenzirbar nach einem Satze, den man sich leicht beweisen kann, und der besagt, dass eine Reihe $\sum_{p=1}^{p=\infty} \varphi_p(x)$ zum Differentialquotienten die Reihe $\sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{d\varphi_p(x)}{dx}$ hat in jedem Puncte $x = x_1$, für welchen letztere „vollständig convergirt", d. i. für den der Rest $R_m(x) = \sum_{p=m}^{p=\infty} \frac{d\varphi_p(x)}{dx}$ verschwindet, wie man auch gleichzeitig oder nacheinander m unendlich werden und $x_1 - x$ verschwinden lassen möge.

Um diesen Satz anwenden zu können, müssen wir das Glied der Reihe f(x), also die Grösse $\frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$ nmal differenziren.

Wir setzen:

$$\frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2} = \frac{x^{2p-1}}{2} \left\{ \frac{1}{x + a_p i} + \frac{1}{x - a_p i} \right\},$$

und wenden auf den Ausdruck $\frac{x^{2p-1}}{x \pm a_p i}$ die Formel $\frac{d^n uv}{dx^n}$

$= u v^{(n)} + n u' v^{(n-1)} +$ etc. an, indem wir $u = x^{2p-1}$, $v = \frac{1}{x \pm a_p i}$ annehmen.

Man erhält so:

$$\frac{d^n}{dx^n} \frac{x^{2p-1}}{x \pm a_p i} = \frac{n!\,(-1)^n}{2}\, x^{2p-n} \cdot \left\{\ \right\},$$

wo die Klammer $\left\{\ \right\}$, wenn $\frac{x}{x \pm a_p i} = \gamma$ gesetzt wird, die Grösse enthält:

$$\gamma^{n+1} - (2p-1)\,\gamma^n + \frac{(2p-1)\,(2p-2)}{1 \cdot 2}\,\gamma^{n-1} - \cdots$$
$$\pm \frac{(2p-1)(2p-2)\cdots(2p-n)}{1 \cdot 2 \cdots n}\,\gamma.$$

Es handelt sich darum, eine obere Grenze für den numerischen Werth von $\frac{d^n}{dx^n} \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$ aufzustellen. Wir vereinigen zu dem Zweck die in dem Zeichen $\frac{d^n}{dx^n} \frac{x^{2p-1}}{x \pm a_p i}$ enthaltenen Ausdrücke, indem wir:

$$\left(\frac{x}{x + a_p i}\right)^r + \left(\frac{x}{x - a_p i}\right)^r = 2 \left(\frac{x^2}{x^2 + a_p^2}\right)^{\frac{r}{2}} \cos(r\lambda)$$

setzen, wo $\lambda = \operatorname{arctg} \frac{a_p}{x}$. Die Grösse rechts kann Zwei nicht erreichen.

Es bleibt also

$$\frac{d^n}{dx^n} \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$$

weit unter

$$(n+1)! \cdot (2p-1)(2p-2)\cdots(2p-n)\, x^{2p-n}$$

und das Glied:

$$2 \cdot \frac{(-1)^{p+1}}{2p!} \frac{d^n}{dx^n} \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$$

bleibt daher ebenfalls weit unter:

$$(n+1)! \frac{x}{2p} \cdot \frac{x^{2p-n-1}}{(2p-n-1)!},$$

so dass die Reihe, welche durch $n$malige Differentiation unserer vorgelegten Reihe $f(x)$ entsteht, durchweg, also auch im Puncte $x = o$, vollständig convergirt, daher sie der $n$te Differentialquotient von $f(x)$ ist, und wie $f(x)$ durchweg stetig ist.

Weiter ist zu zeigen, dass die Potenzentwickelung von

$$f(x) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{(-1)^{p+1}}{2p!} \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$$

nicht convergirt. Zu dem Zweck bestimmen wir die Coefficienten der Reihe $f(x) = f(o) + xf'(o) + \cdots$.

Wir haben zuerst:

$$\frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2} = \sum_{q=o}^{q=\infty} \frac{(-1)^q \cdot x^{2(p+q)}}{a_p^{2(q+1)}}$$

und

$$f(x) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \sum_{q=o}^{q=\infty} \frac{(-1)^{p+q+1}\, x^{2(p+q)}}{2p!\; a_p^{2(q+1)}}$$

Ordnen wir diesen Ausdruck nach Potenzen von x, indem wir $p + q = r$ setzen, so folgt:

$$f(x) = \sum_{r=1}^{r=\infty} (-1)^{r+1} x^{2r} \sum_{p=1}^{p=r} \frac{1}{2p!\; a_p^{2(r-p+1)}}$$

Dies ist die fragliche Potenzentwickelung, die unzweifelhaft für jedes x divergirt. Denn man nehme z. B. an:

$$a_{\lambda-1} > x > a_\lambda,$$

so zerfällt $f(x)$ in die Theile:

$$\sum_{r=1}^{r=\infty} (-1)^{r+1} x^{2r} \sum_{p=1}^{p=\lambda-1} \frac{1}{2p!\, a_p^{2(r-p+1)}}$$

$$\sum_{r=1}^{r=\infty} (-1)^{r+1} x^{2r} \sum_{p=\lambda}^{p=r} \frac{1}{2p!\, a_p^{2(r-p+1)}},$$

in deren erstem die innere Summe, falls $r < \lambda$, nur bis r genommen zu denken ist. Der erste Theil ist endlich, der zweite $\pm\infty$.

5.

Scheinbar viel einfacher ist folgendes Beispiel:

$$\varphi(x) = e^{-\frac{1}{x^2}}$$

Auch diese Function ist nicht nach steigenden Potenzen von x entwickelbar, dabei aber mit ihren sämmtlichen Differentialquotienten stetig. Nur ist hier die Schwierigkeit, dass die Werthe $\varphi(o)$, $\varphi'(o)$, .. besonderer Festsetzungen bedürfen, wenn unter diesen Werthen das verstanden wird, was man durch Berechnung der Function für den vorgelegten Zahlenwerth $x = o$ erhält, und nicht einen Limes$_{x=o}\varphi(x)$, etc. Man kann durch geeignete Festsetzungen diese Bedenken auch bei Functionen wie $\varphi(x)$ beseitigen, aber auf Kosten ihrer Einfachheit. Die Function $\varphi(x)$ ist entweder als

$$\Sigma \frac{1}{p!}\left(-\frac{1}{x^2}\right)^p$$

oder als

$$\frac{1}{\Sigma \frac{1}{p!}\left(+\frac{1}{x^2}\right)^p}$$

aufzufassen. Bei Ausschluss von $x = o$ ist die Gleichartigkeit beider Definitionen offenbar. Aber für $x = o$ ist die erste ganz werthlos und die zweite setzt die Gleichheit $\frac{1}{\frac{1}{0}} = o$ voraus. Man wird daher, um $\varphi(x) = e^{-\frac{1}{x^2}}$ für alle

Werthe von x auf gleiche Weise definiren zu können, diese Grösse als $\text{Limes}_{\varepsilon = 0}\varphi(x \pm \varepsilon)$ auffassen müssen. Dies wird aber lästig, wenn man, wie im Folgenden, eine Summe von unbegrenzt vielen Functionen $\varphi(x)$ bildet, für Argumente, die schliesslich einander unendlich nahe rücken. Alsdann scheint diese Auffassung sogar die erheblichsten Schwierigkeiten im Gefolge zu haben, wenn man den deutlichen Sinn der analytischen Ausdrücke nicht aus dem Auge verlieren will. Aus diesem Grunde habe ich eben vorgezogen, als Beispiel (Art. 4) eine Function hinzustellen, die für alle Werthe des Arguments die gewöhnliche Bestimmung eines Reihenwerthes:

$$\sum_{p=1}^{p=\infty} u_p = \lim_{q=\infty} \sum_{p=1}^{p=q} u_p$$

gestattet, wo jeder Term u_p für jeden Werth von x mit beliebiger Genauigkeit berechenbar ist.

6.

Was nun die Theorie dieser Beispiele betrifft, so stellen sie eine besondere Art Stetigvieldeutigkeiten dar. Die Function:

$$f(x) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{(-1)^{p+1}}{2p\,!} \frac{x^{2p}}{x^2 + a_p^2}$$

ist, wenn man statt x einsetzt $z = x + iy$, stetig und eindeutig, bis auf die Puncte

$$x = o\ ,\ y = \pm a_p\ ,\ p = 1,\ 2,\ \cdots$$

in denen sie unendlich wird. Einen um den Punkt $z = o$ construirbaren Convergenzkreis hat sie also nicht, natürlich, denn sie ist dort unstetig, wenn man z. B. in der y Richtung in den Punkt $z = o$ gelangt. Das Neue ist nur, dass beim Durchgang durch den Punkt $z = o$ in der xRichtung die Function mit allen in dieser Richtung genommenen

Differentialquotienten stetig ist. Aehnliches gilt von dem zweiten Beispiel $\varphi(x) = e^{-\frac{1}{x^2}}$. Gelangt man durch die yAxe in dem Punct $z = o$, so wird $\varphi(z)$ unendlich, während von der xAxe her $\varphi(z)$ Null wird.

7.

Um nun von der Function f(x) aus andere abzuleiten, welche die Singularität von f(x) für $x = o$ in jedem kleinsten Intervall besitzen, giebt es verschiedene Kunstgriffe. Man kann z. B. so verfahren.

Wir wollen die Function nur in dem Gebiet

$$-1 \leqq x \leqq +1 \ , \ o \leqq y \leqq +1$$

betrachten, und wollen sie so bestimmen, dass sie in den Puncten

$$z = x_q^{(p)} + i a_p$$

dieses Gebietes unendlich werde, wo:

$p = o, 1, 2, \cdots$ in inf. sei,
q die ganzen Zahlen zwischen -2^p und $+2^p$, diese eingerechnet, vorstelle,

$$x_q^{(p)} = \frac{q}{2^p},$$

$$a_p = \frac{1}{2^p}$$

gedacht ist. Ferner setzen wir:

$$\lambda_q^{(p)}(x) = \frac{(x - x_q^{(p)})^{2p}}{(x - x_q^{(p)})^2 + a_p^2},$$

und bilden die Doppelsumme:

$$\sum_{p=o}^{p=\infty} \sum_{q=-2p}^{q=+2p} \mu_{pq} \lambda_q^{(p)}(x),$$

in welcher wir den Zahlencoefficienten μ_{pq} zu

$$\frac{(-1)^{p+1}}{2p\,!} \cdot \frac{1}{2^{p+1}} \cdot \varrho_{pq}$$

bestimmen, unter ϱ_{pq} weitere Zahlen verstanden, die ich für das hier zu Zeigende auch gleich Eins annehmen konnte, und nur stehen lasse, um bei einer anderen Gelegenheit mich darauf zu beziehen. Die ϱ_{pq} sollen unter einer endlichen Grenze bleiben.

8.

Die Function:

$$F(x) = \sum_{p=0}^{p=\infty} \sum_{q=-2p}^{q=+2p} \left(-\frac{1}{2}\right)^{p+1} \frac{1}{2p\,!} \cdot \varrho_{pq} \cdot \frac{(x - x_q^{(p)})^{2p}}{(x - x_q^{(p)})^2 + a_p^2}$$

ist erstens für $-1 \leqq x \leqq +1$ stetig mit ihren sämmtlichen Differentialquotienten. Denn $F(x)$ als nach p fortschreitende Reihe gedacht, lautet ihr Glied:

$$\sum_{q=-2p}^{q=+2p} \left(-\frac{1}{2}\right)^{p+1} \frac{1}{2p\,!} \cdot \varrho_{pq} \cdot \lambda_q^{(p)}(x) \,,$$

und der nte Differentialquotient dieses Gliedes bleibt nach Art. 4 weit unter:

$$\sum_{q=-2p}^{q=+2p} \frac{1}{2^p} \frac{(n+1)\,!}{2} \cdot \varrho_{pq} \cdot \frac{x - x_q^{(p)}}{2p} \cdot \frac{(x - x_q^{(p)})^{2p-n-1}}{(2p-n-1)\,!}$$

also, weil $x_q^{(p)}$ und x zwischen -1 und $+1$ sich bewegen, der Unterschied daher 2 nicht übersteigen kann, bleibt er weit unter:

$$\varrho \cdot (n+1)\,! \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{2^{p-n-1}}{(2p-n-1)\,!},$$

wo ϱ nicht grösser als das grösste der ϱ_{pq}. Hieraus folgt die behauptete Stetigkeit.

Was sodann die Entwickelbarkeit von $F(x+h)$ in eine Reihe der Form $F(x) + hF'(x) + \cdots$ anlangt, für Werthe von x und h die der Ungleichheit $-1 \leqq x\,,\, x+h \leqq +1$ genügen, so setzen wir

$$F_N(x) = \sum_{p=0}^{p=N} \sum_{q=-2p}^{q=+2p} \mu_{pq} \lambda_q^{(p)}(x)\,.$$

Der grösste Convergenzkreis, in welchem die Function $F_N(x+h)$ nach Potenzen von h entwickelbar ist, wenn x

die Strecke $-1 \leqq x \leqq +1$ nicht verlässt, hat den Halbmesser

$$\frac{\sqrt{5}}{2^{N+1}},$$

der also mit N^{-1} verschwindet. Es wäre freilich, weil diese Maximalhalbmesser gerade für $N = \infty$ unstetig sein könnten, noch direct zu zeigen, dass die Function F(x) nicht entwickelbar ist, doch wollen wir hier diese Rechnung nicht anstellen.

9.

Zum Schluss hebe ich noch eine bemerkenswerthe Function hervor:

$$\Phi(x) = \sum_{p=1}^{p=\infty} \mu_p \sin px ,$$

unter μ_p solche Zahlen gedacht, dass das Unendlich von μ_p^{-1} grösser als das einer Potenz von p, kleiner als das einer Potenz von e^p sei, wie z. B. $e^{\sqrt{p}}$. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit [1]) darauf aufmerksam gemacht, dass eine Function $\Sigma \mu_p \sin px$ nicht aus dem Reellen ins Imaginäre durch Einsetzen eines complexen Werthes für x fortgesetzt werden kann, wenn nicht $\mu_p < e^{-\nu p}$, ν beliebig klein. Andererseits ist $\Phi(x)$ mit allen Differentialquotienten stetig, wenn $\mu_p < p^{-n}$, n beliebig gross. Ist also in der That, wie für $\mu_p = e^{-\sqrt{p}}$:

$$e^{-\nu p} < \mu_p < p^{-n},$$

so ist die Function $\Phi(x)$ in der reellen Linie mit sämmtlichen Differentialquotienten stetig, während $\Phi(x + iy)$ nicht existirt. Was die Entwicklung von $\Phi(x)$ anlangt, so folgt die Divergenz von

$$\Phi(x + h) = \sum_{q=0}^{q=\infty} \sum_{p=0}^{p=\infty} \frac{e^{-\sqrt{p}} (hp)^q}{q!} \sin \left[px + \frac{q\pi}{2}\right]$$

1) Abh. d. K. Bayer. Ak. II. Cl. Bd. XII, II. Abth Untersuchungen über die Convergenz etc., Einleitung, pag, III.

zwar schon daraus, dass, wenn man z. B. nur die Glieder berücksichtigt, für die $p = q^r$, $r > 1$, der Zahlencoefficient $\frac{e^{-\sqrt{p}}(hp)^q}{q!}$ für jedes h unendlich wird. Es kann aber allerdings auch hier der (wie alle ähnlichen) schwierige Nachweis verlangt werden, dass die übrigen Terme dieses Unendlichwerden nicht aufheben.

Est ist also $\Phi(x)$ für complexe x nicht vorhanden, im Reellen mit sämmtlichen Ableitungen stetig, aber nicht entwickelbar.

Tübingen, October 1876.

Sitzung vom 2. Dezember 1876.

Der Classensekretär legt vor und bespricht nachstehende Mittheilung:

„Ueber Heubachit, ein natürlich vorkommendes Kobaltnickeloxydhydrat. Von dem auswärtigen Mitgliede F. Sandberger.

Fortgesetzte Studien über die an merkwürdigen und neuen Mineralien so reichen Erzgänge des nordöstlichen Schwarzwalds führten im Sommer 1875 zu einer Untersuchung der grossen Halde der Grube St. Anton im Heubachthale bei Wittichen, ungefähr 3 Stunden von Wolfach an der Kinzig entfernt. Hier war noch in den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts gediegen Silber in Menge eingebrochen, bis der Gang durch eine Kluft vollständig abgeschnitten wurde. Die Ausbeute betrug auf einer sehr kleinen Fläche von 1836—1850 nicht weniger als 3165 Mark Feinsilber im Werthe von 74,555 Gulden. Sie wurde fast nur aus schiefwinkelig gestricktem gediegen Silber gewonnen, welches in röthlichem und weissem Baryt oder zersetztem Speiskobalt eingewachsen erschien und wegen seiner Schönheit in viele Sammlungen gelangt ist. Neben diesem Metalle fand auch eine ansehnliche Production von Kobalterzen statt, namentlich wurde nickelhaltiger Speiskobalt, frisch und in allen Stadien des Zersetzung bis zur Aus-

scheidung von Kobalt- und Nickelblüthe gewonnen. Was man früher schwarzen Erdkobalt von Wittichen nannte, ist von mir [1]) längst als ein aus gediegenem Arsen, arseniger Säure und Kobaltblüthe mit einem Rest von Speiskobalt bestehendes Gemenge nachgewiesen worden. Für ächten Erdkobalt (Asbolan) glaubte ich nur ein sehr selten auf Klüften des Baryts in kleinen Kügelchen auftretendes Mineral halten zu dürfen [2]), welches aber nicht in genügender Menge isolirt werden konnte. Beim Zerschlagen von Schwerspath-Blöcken, die auf der erwähnten Halde lagen, erhielt ich ausser anderen interessanten Mineralien auch die fragliche Substanz in grösserer Quantität. Ich war erstaunt das Pulver derselben statt schwarz braun zu finden und nur eine schwache Manganreaction zu erhalten. Ich vermuthete daher in derselben Frenzels Heterogenit [3]). Allein neue, im Sommer 1876 gesammelte Stücke zeigten merkliche Differenzen der Härte und des specifischen Gewichts, welche durch eine quantitative Analyse als wesentlich bestätigt wurden. Das Endresultat der Untersuchung war, dass ein neues Mineral vorliege, dessen Charakteristik zunächst folgen soll.

Der Heubachit, wie ich es nenne, überzieht Klüfte von Schwerspath meist nur in papierdünnen russähnlichen Anflügen, seltener in dickeren plattenförmigen Dendriten und kleinkugeligen Aggregaten, deren Oberfläche nicht glatt, sondern mit kleinen Wärzchen bedeckt erscheint. Die Farbe ist tiefschwarz ohne Stich in's Bläuliche, der Glanz ganz unbedeutend, dagegen zeigt der Strich einen schwachen halbmetallischen Glanz. Das dunkelbraune Pulver des undurchsichtigen Minerals verändert sich beim Glühen in der Röhre unter Verlust von Wasser und Sauerstoff-Gas und

1) N. Jahrbuch f. Mineralogie 1868 S. 405 f.

2) Daselbst S. 412.

3) N. Jahrbuch f. Mineralogie 1876 S. 280.

nimmt eine dunkelschwarze Farbe an. Der Bruch kann eben genannt werden, die Härte beträgt 2,5, das specifische Gewicht 3,75, während Asbolan H. 1—1½ und spec. Gew. 2,1—2,2, Heterogenit aber H. 3 und spec. Gew. 3,44 besitzt. Letzterer steht also jedenfalls dem Heubachit näher als ersterer. Allein schon die Untersuchung mit dem Löthrohre ergibt auch bedeutende Unterschiede von Heterogenit. Der Heubachit ist für sich unschmelzbar und gibt mit Borax eine intensiv lasurblaue Perle, welche sich, längere Zeit der Reductionsflamme ausgesetzt, stark trübt und Partikeln von metallischem Nickel ausscheidet, die leicht aus dem zerstossenen Glase durch den Magneten ausgezogen werden können. Heterogenit gibt keine Nickelreaktion. Mit Soda und Salpeter in Platinlöffelchen geschmolzen zeigt Heubachit nur eine schwache Manganfärbung. In concentrirter Salzsäure löst er sich unter starker Chlorentwickelung mit intensiv blaugrüner Färbung auf, welche beim Verdünnen mit Wasser in Rosenroth übergeht.

Die quantitative Analyse wurde von einem meiner Schüler, Hrn. Dr. Zeitzschel, z. Z. Assistent am chemischen Laboratorium der Universität ausgeführt und ergab in 100 Theilen:

Kobaltoxyd	65,50
Nickeloxyd	14,50
Eisenoxyd	5,13
Manganoxyd	1,50
Wasser	12,59
	99,22

Hiernach ist der Heubachit ein reines Oxydhydrat

$$3\left\{\begin{matrix} Co^2 \\ Ni^2 \\ Fe^2 \\ Mn^2 \end{matrix}\right. O3 \cdot 4\,H_2O,$$ während Heterogenit nach Frenzel ein Oxyduloxyd-Hydrat $CoO.2\,Co_2O_3 + 6\,H_2O$ darstellt.

Unter den zahlreichen künstlich dargestellten Kobaltoxydhydraten ist keines von der Formel 3, $Co_2 O_3 . 4 H_2 O$ bekannt, wohl aber $Co_2 O_3 . H_2O$ und $Co_2 O_3 . 2 H_2O$. Der Heubachit ist daher wahrscheinlich eine Verbindung 2 ($Co_2 O_3 . H_2O$) + $Co_2 O_3 . 2 H_2O$.

Das Vorkommen des Heubachits beschränkt sich nicht auf die Grube St. Anton im Heubach, sondern derselbe fand sich im Anfange dieses Jahrhunderts unter durchaus gleichen Umständen auch auf der Grube Eberhard bei Alpirsbach im württembergischen Schwarzwald, wie ein von Selb herrührendes Stück der grossherzoglichen Sammlung zu Karlsruhe ausweist. Doch darf man nicht etwa alle erdkobaltähnlichen Mineralien der Wittichener und Alpirsbacher Gänge ohne Weiteres für Heubachit halten. Schon auf einer der Grube Eberhard nahegelegenen, Wolfgang, deren Kobaltgang aus Granit in den Dolomit des Rothliegenden hereinsetzt, habe ich Asbolan in äusserlich von Heubachit schwer zu unterscheidenden Anflügen beobachtet. Dagegen ist es mir nicht gelungen, ein dunkelschwarzes Mineral mit braunem Strich genau zu untersuchen, welches als Begleiter von Kobaltblüthe, Nickelblüthe, Brauneisenocker, Chlorbromsilber und Silber zu Copiapo in Chile vorkommt, da ich zu wenig Material besitze. Es ist wünschenswerth, dass von anderer Seite festgestellt werde, ob es Heterogenit oder Heubachit ist.

Der Heubachit ist offenbar eine sehr junge Bildung auf den Schwarzwälder Erzgängen, da er nur auf den Klüften von Baryt und nicht selten als Verkittung von Quarz- und Feldspath-Bröckchen vorkommt, die aus dem zerfallenden Granite herrühren, welcher das Nebengestein des Ganges ausmacht und von Gewässern in die Klüfte geführt wurden, die zugleich den Ursprungskörper des Heubachits in Lösung enthielten. Als solchen kann ich nur doppelt kohlensaures Kobaltoxydul ansehen, welchem Nickel-

Eisen- und Manganoxydul als isomorphe Oxydule beigemischt waren.

Zwar sind kohlensaure Salze, welche Kobaltoxydul in so grosser Menge enthalten, als Mineralien nicht bekannt, doch gibt es Carbonate, in welchen Kobaltoxydul mit grösster Sicherheit als integrirender Bestandtheil constatirt ist. Ausser den von Breithaupt erwähnten kobalthaltigen Kalkspathen von Schneeberg ist hier zunächst der von Gibbs[4]) analysirte Kobaltbraunspath von Przibram zu erwähnen, in welchem 7,42 Proc. kohlens. Kobaltoxydul neben 56,77 kohlens. Kalk, 35,70 kohlens. Magnesia und 2,03 kohlens. Eisenoxydul vorkommen. Ferner ist der von Bergemann[5]) entdeckte Kobaltmanganspath von Rheinbreitenbach anzuführen, welcher aus 3,71 kohlens. Kobaltoxydul, 90,88 kohlens. Manganoxydul und 2,07 kohlens. Kalk besteht. Ist Mangan nur in geringer Menge vorhanden, so kann sich aus solchen Kobaltkalk- oder Braunspathen bei unvollständiger Oxydation sehr wohl Heterogenit, vollständiger aber nickelfreier Heubachit bilden, bei Gegenwart von viel Mangan aber jedenfalls nur Kakochlor oder Asbolan. Auf Gängen in den manganhaltigen Dolomiten (Rauhkalken) der Zechsteinformation werden die beiden ersteren wohl kaum entdeckt werden, während Asbolan auf ihnen häufig ist.

---

4) Poggendorff's Annalen LXXI. S. 564.
5) Verh. d. naturhist. Ver. d. preuss. Rheinl. Jahrg. 1857. S. 111.

Sitzung vom 2. December 1876.

Mathematisch-physikalische Classe.

Herr v. Bauernfeind bespricht sein

Näherungs-Verfahren zur Ausgleichung der zufälligen Beobachtungsfehler in geometrischen Höhennetzen.

Der Umstand, dass in mehreren Staaten Europas, welche sich seit zwölf Jahren zu einer Europäischen Gradmessung verbunden haben, die mit dieser Messung verbundenen Präcisionsnivellemente ihrer Vollendung entgegengehen, hat bereits eine Reihe von Abhandlungen über die beste Art der Ausgleichung der Beobachtungsfehler in den durch jene Nivellemente geschaffenen geometrischen Höhennetzen hervorgerufen. So in den Astronomischen Nachrichten (Jahrgang 1875, Nr. 2052) die Arbeit der Herrn Generallieutenants Dr. Baeyer „über Fehlerbestimmung und Ausgleichung eines geometrischen Nivellements", ferner in der Zeitschrift für Vermessungswesen (Jahrgang 1876, Heft 7, S. 313 u. ff.) die „Ausgleichung eines Systems gemessener Höhenunterschiede eines Präcisionsnivellements" von Herrn Generallieutenant v. Morozowicz, und in derselben Zeitschrift (1876, Heft 8, S. 390 und ff.) eine mit Bezug auf die Abhandlung des Herrn v. Morozowicz verfasste Mittheilung des Herrn Professors Dr. Jordan in Carlsruhe über

die „Ausgleichung eines Nivellementsnetzes". Früher schon hatte Herr Professor Jordan in seinem Taschenbuche der praktischen Geometrie (Stuttgart 1873, § 89, S. 182 u. ff.) die Ausgleichung trigonometrischer Höhenmessungen behandelt und deren Anwendung auf geometrische Nivellemente gezeigt. Alle diese Anleitungen stimmen darin überein, dass sie die wohlbekannten Regeln der Methode der kleinsten Quadrate auf die Ausgleichung der zufälligen Fehler, welche von den auf geometrischem oder trigonometrischem Wege gefundenen Höhenunterschieden eines gegebenen Systemes von Fixpunkten nicht zu trennen sind, anwenden, und sie weichen von einander ab theils in der Gewichtsbestimmung der Beobachtungen und theils in dem Rechnungsmechanismus, durch welchen die Verbesserungen der gemessenen Höhenunterschiede gefunden werden.

Alle diese Methoden liefern für eine bestimmte Strecke eines gegebenen Höhennetzes, das wir uns aus einer beliebigen Anzahl geschlossener und unter sich zusammenhängender Nivellementsschleifen oder N-Polygone bestehend zu denken haben, die gleichen Verbesserungen, wenn die Gewichte der Beobachtungen in gleicher Weise bestimmt sind, d. h. wenn diese Gewichte bei jeder Methode entweder den Längen der nivellirten Strecken oder den Quadraten der wahrscheinlichen Fehler der beobachteten Höhenunterschiede umgekehrt proportional angenommen werden; diese Methoden liefern aber verschiedene Werthe für die Verbesserung einer bestimmten Strecke eines gegebenen Netzes, wenn die Gewichte der gemessenen Höhenunterschiede nach verschiedenen Principien oder gar nach sogenannten „praktischen Erwägungen" d. i. ziemlich willkürlich bestimmt worden sind.

So lange nun die Zahl der Schleifen oder Polygone, welche ein Höhennetz zusammensetzen, gering ist, also etwa über 10 nicht hinausgeht, sind die Zahlenrechnungen, aus

denen die Verbesserungen und mittleren Fehler der nivellirten Strecken sich ergeben, noch immer erträglich, sie steigern sich aber bis zur Unerträglichkeit und praktischen Unausführbarkeit, wenn die Zahl der auszugleichenden Polygone gross wird. Jedenfalls steht schon bei mehr als 10 Polygonen, die auf die Ausgleichung zu verwendende Arbeit in keinem annehmbaren Verhältnisse mehr zu dem möglicherweise damit verbundenen Gewinne an Genauigkeit, zumal die wirklichen Schlussfehler der nach den üblichen präcisen Methoden nivellirten Polygone oder Schleifen selten mehr als 3 Millimeter für eine Strecke von 1 Kilometer Länge betragen.

Wie gross die Zahl der in jedem gegebenen Falle zu behandelnden Gleichungen ist, lässt sich leicht übersehen, wenn man die Bedingungen aufstellt, welche eine systematisch nach der Methode der kleinsten Quadrate durchgeführte Ausgleichung zu erfüllen hat. Besteht nämlich das geometrische Höhennetz aus n zusammenhängenden Polygonen oder Schleifen, so sind zunächst die n Bedingungsgleichungen zu erfüllen, welche sich aus der Forderung ergeben, dass die algebraische Summe der Höhenunterschiede aller Strecken eines geschlossenen Nivellementspolygons der Null, oder die Summe aller Steigungen eines solchen Polygons der Summe aller Gefälle desselben gleich sein muss. Zu diesen n Bedingungen kommt noch die weitere, dass die Summe der Produkte aus den Fehlerquadraten in die zugehörigen Gewichte ein Minimum sein soll. Haben nun sämmtliche zu einem Höhennetz vereinigte Polygone m Seiten oder Strecken, wobei jedoch die Ausschlussseiten je zweier Polygone nur ein Mal gezählt sind, so müssen aus weiteren m Fehler-Gleichungen die an den gedachten m Strecken anzubringenden Verbesserungen gesucht werden. In jedem Falle sind also $n + m$ Gleichungen aufzulösen, wobei freilich nur die erstgenannten n Bedingungsgleichungen um so mehr Schwierig-

keiten bereiten, je grösser ihre Zahl ist. Wenn demnach die Höhennetze für Länder von der Grösse Bayerns noch recht gut nach der strengen Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen werden können, so ist dieses System nur mit ganz besonderen Schwierigkeiten auf die Präcisionsnivellemente grösserer Länder, wie Deutschland, Oesterreich, Frankreich, Italien u. s. w. anzuwenden, und für das gesammte Europäische Höhennetz geradezu unausführbar. Dieses Netz und wohl auch schon die der eben genannten Staaten müssen in kleinere Theile von höchstens 10 Polygonen zerlegt, in diesen Theilen ausgeglichen und dann durch Hilfsmittel, welche den Anspruch auf strenge Wissenschaftlichkeit nicht mehr machen können, mit einander verbunden werden.

Meine Methode der Ausgleichung kennt diese Schwierigkeit nicht, die Rechnungsarbeit wächst einfach mit der Zahl der Polygone, während sie bei dem strengen Verfahren nach einer kaum zu bestimmenden hohen Potenz der Polygonzahl zunimmt. Sie erfüllt alle Bedingungen der strengen Methode mit Ausnahme der einzigen, dass die Summe der Fehlerquadrate ein Minimum ist; angestellte Vergleichungen zeigen jedoch, dass die von mir gefundenen Quadratsummen stets nur wenig grösser sind, als die nach der strengen Methode bestimmten Minima der Fehler-Quadrate.

Ich gehe nämlich von der Erwägung aus, dass es sich eigentlich nicht rechtfertigen lässt, die auf ein Nivellementspolygon verwendete vorzügliche Arbeit durch die minder gute eines anderen Polygons zu trüben oder letztere durch erstere zu verschleiern: ebendesshalb fange ich die Ausgleichung bei dem Polygon an, welches den stärksten Schluss- oder Kilometerfehler hat und vertheile diesen Fehler über den ganzen Umfang des Polygons proportional den Längen der Seiten desselben. Nach diesem Polygon kommt dasjenige Nachbarpolygon, welches unter diesen

den grössten Schluss- und beziehungsweise Kilometerfehler hat, zur Ausgleichung. In diesem zweiten Polygon wird die Anschlussseite beibehalten, wie sie sich aus dem ersten Polygon ergeben hat, und es kommt demnach nur mehr der durch die verbesserte Anschlussstrecke abgeänderte Schlussfehler des zweiten Polygons auf dem um die Anschlussseite verminderten Umfange desselben zur proportionalen Vertheilung. Dasselbe geschieht in analoger Weise bei dem dritten, vierten und jedem weiter folgenden Polygon, das nur mit Einer Seite den bereits ausgeglichenen Netztheil berührt. Bei denjenigen Polygonen aber, welche mit zwei oder selbst drei Strecken an die schon ausgeglichenen Polygone geknüpft sind, werden die bereits berechneten Verbesserungen dieser Strecken ebenfalls beibehalten und nur mehr die Reste der Schlussfehler auf die übrigen Strecken ihren Längen proportional vertheilt.

Mit diesem Verfahren ist angenommen, dass die Gewichte p_1 p_2 p_3 p_4 . . . . der beobachteten Strecken deren Längen s_1 s_2 s_3 s_4 . . . umgekehrt proportional seien, wie sich leicht beweisen lässt. Denn hätte man nur ein einziges Polygon mit 4 Strecken, deren beobachtete Höhenunterschiede d_1 d_2 d_3 d_4 und deren gesuchte Verbesserungen v_1 v_2 v_3 v_4 sind, auszugleichen, so wären die zu erfüllenden Bedingungen:

1) $(d_1 + v_1) + (d_2 + v_2) + (d_3 + v_3) + (d_4 + v_4) = 0$

2) $p_1 v_1 v_1 + p_2 v_2 v_2 + p_3 v_3 v_3 + p_4 v_4 v_4 = \text{minimum}.$

Ist der Schlussfehler des Polygons $= \Delta$, so ist diesem Fehler die Summe aller Verbesserungen gleich zu setzen und daher, wenn man diese gebildete Gleichung noch mit einem beliebigen constanten Factor k multiplicirt:

3) $$\Delta k = (v_1 + v_2 + v_3 + v_4)\ k.$$

Differentiirt man die Gleichungen (2) und (3) nach bekannten Regeln, so ergeben sich zunächst folgende lGeichungen zur Bestimmung der Verbesserungen:

4)
$$\begin{aligned} p_1 v_1 + k &= 0 \\ p_2 v_2 + k &= 0 \\ p_3 v_3 + k &= 0 \\ p_4 v_4 + k &= 0 \end{aligned}$$

und es sind die in k und den nivellirten Strecken $s_1\, s_2\, s_3\, s_4$, deren Gesammtlänge S sei, ausgedrückten Verbesserungen selbst:

5)
$$\begin{aligned} v_1 &= -\frac{k}{p_1} = -\frac{s_1}{S}k \\ v_2 &= -\frac{k}{p_2} = -\frac{s_2}{S}k \\ v_3 &= -\frac{k}{p_3} = -\frac{s_3}{S}k \\ v_4 &= -\frac{k}{p_4} = -\frac{s_4}{S}k. \end{aligned}$$

Setzt man diese Werthe in die vorher mit k dividirte Gleichung (3), so wird

6) $$\varDelta S = -(s_1 + s_2 + s_3 + s_4)\, k$$

woraus folgt, dass in dem vorliegenden Falle $k = -\varDelta$ ist und dass demnach, wenn man die auf die Längenheit des Umfangs S treffende Verbesserung

7) $$v = \frac{\varDelta}{S}$$

setzt, die einzelnen Verbesserungen werden:

8)
$$\begin{aligned} v_1 &= -s_1 \,.\, v \\ v_2 &= -s_2 \,.\, v \\ v_3 &= -s_3 \,.\, v \\ v_4 &= -s_4 \,.\, v \end{aligned}$$

womit bewiesen ist, dass aus der vorhin erwähnten Annahme der Gewichte die den Strecken proportionale Fehlervertheilung folgt. Indem wir also eine solche Vertheilung der Fehler vornehmen, berücksichtigen wir auch die den Strecken umgekehrt proportional gesetzten Gewichte, ohne dass von diesen im Verlauf der Rechnung die Rede ist.

Um zu beweisen, dass meine Methode der Ausgleichung die erste Forderung des Schlusses aller Polygonzüge und des Gesammtumfangs der Einzelpolygone erfüllt, wenn jedes von diesen zum Schlusse gebracht ist, lege ich folgende Figur zu Grunde, welche dem Bayerischen Nivellementsnetze entspricht, übrigens nach Belieben erweitert gedacht werden kann.

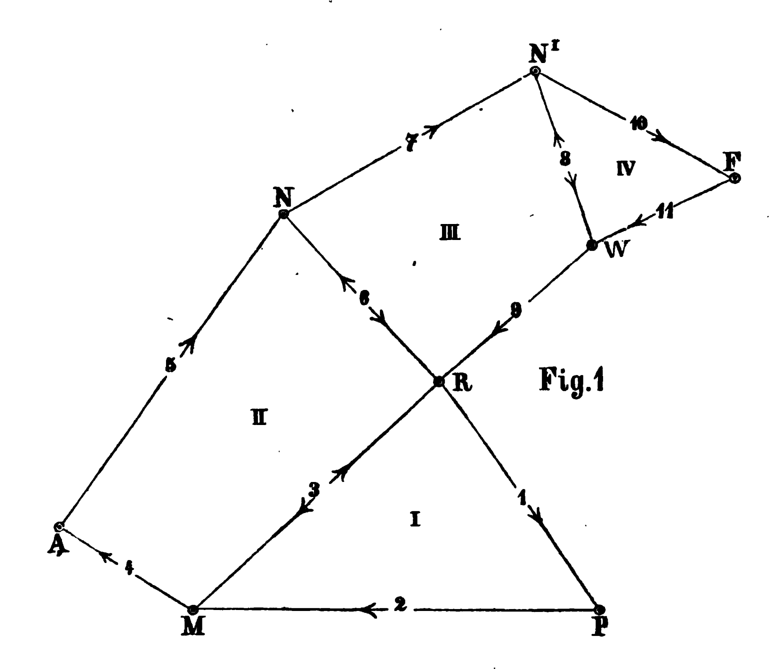


Fig. 1

In dieser Figur heisse das durch die Hauptfixpunkte in R (Regensburg), P (Passau) und M (München) gebildete Polygon RPM das erste (I), seine im Allgemeinen durch die Eisenbahnen bezeichneten Strecken haben folgende horizontale Längen und verticale Steigungen:

von R	nach P:	Länge	$= s_1$,	Neigung	$+ d_1$
„ P	„ M	„	s_2	„	$- d_2$
„ M	„ R	„	s_3	„	$+ d_3$

Der Gesammtumfang dieses Polygons $s_1 + s_2 + s_3$ heisse S_1 und der Schlussfehler $d_1 - d_2 + d_3 = \varDelta_1$.

Ferner wurde das Polygon RMANR, worin R und M ihre vorige Bedeutung haben, A aber Augsburg und N Nürnberg bezeichnet, das zweite (II) genannt; in ihm sind die Längen und Neigungen der Strecken folgende:

von	R	nach	M:	Länge	$= s_3$,	Neigung	$- d_3$
„	M	„	A	„	s_4	„	$+ d_4$
„	A	„	N	„	s_5	„	$+ d_5$
„	N	„	R.	„	s_6	„	$- d_6$

In gleicher Weise seien in dem III. Polygon RNN'R, worin von den noch unbekannten Eckpunkten N[1] Neuenmarkt und W Weiden bedeutet, die Längen und Neigungen folgende:

von	R	nach	N:	Länge	$= s_6$,	Neigung	$+ d_6$
„	N	„	N^1	„	s_7	„	$- d_7$
„	N^1	„	W	„	s_8	„	$- d_8$
„	W	„	R	„	s_9	„	$+ d_9$

Endlich habe das IV. Polygon WN'FW mit den Hauptfixpunkten in W, N[1] und F (Franzensbad) folgende Längen und Neigungen der Strecken:

von	W	nach	N^1:	Länge	$= s_8$,	Neigung	$+ d_8$
„	N^1	„	F	„	s_{10}	„	$- d_{10}$
„	F	„	W	„	s_{11}	„	$+ d_{11}$

Heissen die an den Strecken d_1 bis d_{11} anzubringenden Verbesserungen v_1 bis v_{11}, so müssen, da durch letztere der verticale Polygonschluss bewirkt wird, folgende Gleichungen stattfinden:

$$9)\quad \begin{aligned} &+ (d_1 + v_1) - (d_2 + v_2) + (d_3 + v_3) = 0 \\ &- (d_3 + v_3) + (d_4 + v_4) + (d_5 + v_5) - (d_6 + v_6) = 0 \\ &+ (d_6 + v_6) - (d_7 + v_7) - (d_8 + v_8) + (d_9 + v_9) = 0 \\ &+ (d_8 + v_8) - (d_{10} + v_{10}) + (d_{11} + v_{11}) = 0. \end{aligned}$$

Bei der Bildung dieser Gleichungen ist darauf zu sehen, dass alle Polygone in g l e i c h e m Sinne, hier von links

nach rechts, umfahren werden, und dass man für die zweimal aber entgegengesetzt durchfahrenen Anschlussstrecken, hier s_3, s_6, s_8, die Neigungen mit entgegengesetzten Vorzeichen anschreibt, so dass auf $+ (d_3 + v_3)$ folgt $- (d_3 + v_3)$, auf $- (d_6 + v_6)$ folgt $+ (d_6 + v_6)$, auf $- (d_8 + v_8)$ folgt $+ (d_8 + v_8)$ u. s. w.

Addirt man vorstehende Bedingungsgleichungen, welche jede beliebige Anzahl vorstellen können, so fallen die Neigungen der Anschlussstrecken, weil jede zweimal mit entgegengesetzten Vorzeichen vorkommt, heraus und man erhält

$$10) \quad + (d_1 + v_1) - (d_2 + v_2) + (d_4 + v_4) + (d_5 + v_5) - (d_7 + v_7) + (d_9 + v_9) - (d_{10} + v_{10}) + (d_{11} + v_{11}) = 0$$

womit bewiesen ist, dass auch der Umfang der Figur RPMANN'FWR schliesst, sobald alle Einzelpolygone schliessen.

Es schliesst aber auch jeder beliebige Polygonzug, z. B. RPMANN'WR, welcher aus den Polygonen I, II, III gebildet ist, oder RMANN'FWR, welcher aus den Polygonen II, III, IV besteht; denn addirt man in dem ersten Falle die 3 ersten Gleichungen des Systems (9), so folgt (11)

$$(d_1+v_1) - (d_2+v_2) + (d_4+v_4) + (d_5+v_5) - (d_7+v_7) - (d_8+v_8) + (d_9+v_9) = 0$$

und wenn man in dem zweiten Falle die 3 letzten Gleichungen des Systems (9) addirt, so ist (12)

$$-(d_3+v_3) + (d_4+v_4) + (d_5+v_5) - (d_7+v_7) - (d_{10}+v_{10}) + (d_{11}+v_{11}) + (d_9+v_9) = 0$$

womit die aufgestellte Behauptung bewiesen ist.

Dieser Beweis gilt wie der vorige für Nr 10, ganz allgemein, da man in der hier angegebenen Art eine noch so grosse Zahl aneinander gereihter Polygone immer in gleichem Sinne und so umfahren kann, dass die Anschlussstrecken doppelt aber entgegengesetzt werden, wodurch deren Höhenunterschiede aus der Summe der Gleichungen herausfallen und diese Summe dann den Schluss des Umfangs ausspricht. Meines Wissens ist auf diese einfache und anschauliche Art des Beweises, dass der Schluss der Einzel-

polygone auch den des Umfangs aller oder beliebig vieler Polygone eines Netzes bedingt, noch nirgends aufmerksam gemacht worden, und wenn auch die meisten Geodäten, welche über die Ausgleichung von Höhennetzen geschrieben haben, für den Umfang aller Polygone eine besondere Bedingungsgleichung nicht aufstellten, weil sie wussten, dass diese schon mit denen der Einzelpolygone gegeben ist, so ist es doch noch im Jahre 1875 von einer Autorität geschehen, wie man aus Nr 2052 der Astronomischen Nachrichten und deren besonderem Abdrucke ersehen kann.

Es ist nunmehr die Frage zu beantworten, wie gross die Abweichung zwischen dem bekannten strengen Verfahren uud meiner Näherungsmethode ist.

Durch die Gleichungen (1) bis (8) auf Seite 247 bis 248 habe ich schon bewiesen, dass, wenn es sich nur um ein einziges Polygon handelt, zwischen meinem Verfahren und dem der Methode der kleinsten Quadrate gar kein Unterschied besteht, indem beide Verfahren auf die den Strecken proportionale Fehlervertheilung führen, von der ich ausgehe.

Für 2 aneinander gereihte Polygone lässt sich der Unterschied in den Verbesserungen und deren Quadratsummen noch allgemein darstellen, für 3 oder mehr Polygone hört die Allgemeinheit des Beweises auf und muss man sich mit Zahlenbeispielen begnügen.

Nehmen wir an, es seien die Polygone I und II in der schon benützten Figur nach den in Rede stehenden zwei Verfahren auszugleichen, so bestehen nach beiden folgende Bedingungsgleichungen:

13) $+ (d_1 + v_1) - (d_2 + v_2) + (d_3 + v_3) = 0$

$$- (d_3 + v_3) + (d_4 + v_4) + (d_5 + v_5) - (d_6 + v_6) = 0.$$

Die Methode der kleinsten Quadrate fordert aber noch die Erfüllung der weiteren Bedingung:

14) $p_1 v_1^2 + p_2 v_2^2 + p_3 v_3^2 + p_4 v_4^2 + p_5 v_5^2 + p_6 v_6^2 = \text{min.}$

Schreibt man für die bekannten Schlussfehler in den beiden Polygonen I und II je einen einzigen Buchstaben, nämlich

$$15)\qquad \begin{aligned} \Delta_1 &= + d_1 - d_2 + d_3 \\ \Delta_2 &= - d_3 + d_4 + d_5 - d_6 \end{aligned}$$

und multiplicirt die beiden Gleichungen des Systems (13) mit willkührlichen constanten Factoren, die erste mit k_1 und die zweite mit k_2, so erhält man

$$16)\qquad \begin{aligned} \Delta_1 k_1 + (v_1 - v_2 + v_3) k_1 &= 0 \\ \Delta_2 k_2 - (v_3 - v_4 - v_5 + v_6) k_2 &= 0 \end{aligned}$$

Hieraus und aus (14) ergeben sich durch Differentiiren nach den Veränderlichen $v_1\, v_2\, v_3 \ldots v_6$ die sechs Gleichungen, welche zur Bestimmung dieser Verbesserungen führen, und diese selbst, nämlich:

$$17)\qquad \begin{aligned} 0 &= p_1 v_1 + k_1 \\ 0 &= p_2 v_2 - k_1 \\ 0 &= p_3 v_3 + k_1 - k_2 \\ 0 &= p_4 v_4 + k_2 \\ 0 &= p_5 v_5 + k_2 \\ 0 &= p_6 v_6 - k_2 \end{aligned} \qquad\qquad 18)\qquad \begin{aligned} v_1 &= - \frac{k_1}{p_1} \\ v_2 &= + \frac{k_1}{p_2} \\ v_3 &= + \frac{k_2 - k_1}{p_3} \\ v_4 &= - \frac{k_2}{p_4} \\ v_5 &= - \frac{k_2}{p_5} \\ v_6 &= + \frac{k_2}{p_6} \end{aligned}$$

Führt man diese Werthe von v_1 bis v_6 in die Gleichungen (16) ein, nachdem sie vorher wieder mit k_1 und beziehungsweise k_2 dividirt sind, und bedenkt, dass, wenn S_I der Umfang des Polygons I, S_{II} jener des Polygons II und S der Umfang beider Polygone ist,

$$\frac{1}{p_1} = \frac{s_1}{S}, \quad \frac{1}{p_2} = \frac{s_2}{S}, \quad \frac{1}{p_3} = \frac{s_3}{S}$$

wird, so erhält man folgende Gleichungen zur Bestimmung von k_1 und k_2, nämlich:

19) $\Delta_1 S = (s_1 + s_2 + s_3) k_1 - s_3 k_2 \qquad = S_1 k_1 - s_3 k_2$
$\Delta_2 S = -s_3 k_1 + (s_3 + s_4 + s_5 + s_6) k_2 = -s_3 k_1 + S_{II} k_2$

Hieraus folgt in bekannter Weise:

20)
$$k_1 = \frac{\Delta_1 S_{II} + \Delta_2 s_3}{S_I S_{II} - s_3 s_3} \cdot S = Q_1 . S$$
$$k_2 = \frac{\Delta_1 s_3 + \Delta_2 S_I}{S_I S_{II} - s_3 s_3} \cdot S = Q_2 . S$$

und hiemit, wenn man in (18) substituirt:

21)
$$v_1 = - s_1 \cdot Q_1$$
$$v_2 = + s_2 \cdot Q_1$$
$$v_3 = - s_3 \cdot (Q_1 - Q_2)$$
$$v_4 = - s_4 \cdot Q_2$$
$$v_5 = - s_5 \cdot Q_2$$
$$v_6 = + s_6 \cdot Q_2$$

Es verhalten sich demnach bei der Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate die Verbesserungen aller Strecken eines Polygons, welche nicht Anschlussstrecken sind, wie die Längen dieser Strecken, d. h. in dem Polygon I die absoluten Werthe

$$v_1 : v_2 = s_1 : s_2$$

und im Polygon II ohne Rücksicht auf Vorzeichen

$$v_4 : v_5 : v_6 = s_4 : s_5 : s_6$$

Dieses nämliche Verhältniss stellt sich auch bei der Ausgleichung nach meiner Methode dar. Wenn nämlich $+ \Delta_1$ der auf die 3 Strecken s_1 s_2 s_3 des Polygons Nr I zu vertheilende Schlussfehler ist, so wird der auf die Längeneinheit des Umfangs S_I treffende Theil der Verbesserung $\Delta_1 : S_I = Q^I$ und es ist folglich in diesem Polygon, wenn man die neuen Verbesserungen mit $\mathfrak{v}_1$ $\mathfrak{v}_2$ $\mathfrak{v}_3 \dots$ bezeichnet:

22)
$$\mathfrak{v}_1 = - s_1 . Q^I$$
$$\mathfrak{v}_2 = + s_2 . Q^I$$
$$\mathfrak{v}_3 = - s_3 . Q^I.$$

In dem zweiten Polygon ist der Rest des Schlussfehlers oder

23) $$\Delta_2 - \mathfrak{v}_3 = \Delta_2 + s_3 \,.\, Q^I$$

auf die 3 Strecken s_4 s_5 s_6 im Verhältniss zu deren Längen und nach dem Einheitswerthe

24) $$\frac{\Delta_2 - \mathfrak{v}_3}{S_{II} - s_3} = \frac{\Delta_2 + s_3\, Q^I}{S_{II} - s_3} = Q^{II}$$

zu vertheilen; es wird demnach mit Rücksicht auf die zweite Gleichung im System (13), da $\mathfrak{v}_3$ schon aus Polygon I gegeben ist:

25) $$\begin{aligned} \mathfrak{v}_4 &= - s_4 \,.\, Q^{II} \\ \mathfrak{v}_5 &= - s_5 \,.\, Q^{II} \\ \mathfrak{v}_6 &= + s_6 \,.\, Q^{II} \end{aligned}$$

Aus den in (22) und (25) ausgedrückten Werthen der Verbesserungen sieht man, dass folgende Proportionen stattfinden:

$$\mathfrak{v}_1 : \mathfrak{v}_2 : \mathfrak{v}_3 = s_1 : s_2 : s_3$$
$$\mathfrak{v}_4 : \mathfrak{v}_5 : \mathfrak{v}_6 = s_4 : s_5 : s_6$$

womit bewiesen ist, dass sich die nach meinem abgekürzten Verfahren berechneten Werthe mindestens ebenso gut als die nach der Methode der kleinsten Quadrate erhaltenen den Streckenverhältnissen anschliessen. Dabei brauchen selbstverständlich die absoluten Werthe der Verbesserungen noch nicht übereinzustimmen. Die Abweichungen der einzelnen Verbesserungen und ihrer Quadrate ergeben sich wie folgt:

26) $v_1 - \mathfrak{v}_1 = - s_1 (Q_I - Q^I)$ 27) $v_1^2 - \mathfrak{v}_1^2 = s_1^2 (Q_I^2 - Q_I^2)$

$v_2 - \mathfrak{v}_2 = + s_2 (Q_I - Q^I)$ $v_2^2 - \mathfrak{v}_2^2 = s_2^2 (Q_I^2 - Q_I^2)$

u. s. w. u. s. w.

Hieraus lässt sich jedoch die Ungleichung $[vv] < [\mathfrak{v}\mathfrak{v}]$ nicht allgemein beweisen, sie folgt lediglich aus dem von Gauss in seiner theoria combinationis etc. (art. 37 und 38) bewiesenen Satze, dass jedes andere als das durch die Methode der kleinsten Quadrate gelieferte System von Unbekannten eine grössere Quadratsumme der Fehler liefert als

diese Methode. Hier kommt es nur darauf an, dass der Unterschied [vv] — [𝔳𝔳] in allen praktischen Fällen nicht zu gross wird, und dieses ist bei meiner Methode der Fall.

Wendet man die beiden hier beschriebenen Ausgleichungsmethoden auf einige bestimmte Fälle an, so wird man am besten die Verschiedenheit beider in der Rechnungsweise und in den Ergebnissen bezüglich der Fehlerquadrate und mittleren Fehler erkennen.

Wählen wir zunächst z. B. das aus 4 geschlossenen Polygonen bestehende Bayerische Höhennetz, zu dessen Ausgleichung ich bereits in der vierten Mittheilung über das Bayerische Präcisionsnivellement, (vergl. die Abhandlungen unserer Akademie, Cl. II, Bd. XII. Abth. 3, S. 81 u. ff.) Die erforderlichen Daten angegeben habe, nämlich mit Bezug auf Fig. 1. und die bereits erklärten Bezeichnungen:

	Km						
s_1	= 125,771	d_1	= + 35,8723	von	R	nach	P
s_2	= 179,025	d_2	= − 217,5062	„	P	„	M
s_3	= 147,266	d_3	= + 181,6541	„	M	„	R
s_4	= 60,597	d_4	= + 32,0958	„	M	„	A
s_5	= 174,047	d_5	= + 179,5981	„	A	„	N
s_6	= 101,083	d_6	= − 30,0005	„	N	„	R
s_7	= 134,879	d_7	= − 38,6644	„	N	„	N[1]
s_8	= 80,112	d_8	= − 48,8053	„	N[1]	„	W
s_9	= 87,034	d_9	= + 57,4440	„	W	„	R
s_{10}	= 96,768	d_{10}	= − 100,1619	„	N[1]	„	F
s_{11}	= 67,892	d_{11}	= + 51,4646	„	F	„	W

Es ist demnach der Schlussfehler des Polygons

$$\begin{aligned}
&\text{Nr I} = \Delta_1 = + d_1 - d_2 + d_3 &&= + 0{,}0202^{m} \\
&\text{Nr II} = \Delta_2 = - d_3 + d_4 + d_5 - d_6 &&= + 0{,}0393 \\
&\text{Nr III} = \Delta_3 = + d_6 - d_7 - d_8 + d_9 &&= - 0{,}0252 \\
&\text{Nr IV} = \Delta_4 = + d_8 - d_{10} + d_{11} &&= + 0{,}1080
\end{aligned}$$

und es sind die Längen aller Umfänge und aller Strecken folgende:

		Km
S_I	$= s_1 + s_2 + s_3 =$	452,062
S_{II}	$= s_3 + s_4 + s_5 + s_6 =$	482,993
S_{III}	$= s_6 + s_7 + s_8 + s_9 =$	403,108
S_{IV}	$= s_8 + s_{10} + s_{11}$	244,772
S	$= s_1 + s_2 + s_3 .. + s_{11} =$	1254,474.

Wendet man diese Zahlen auf die in Nr 9 mit Rücksicht auf den vorliegenden Fall dargestellten 4 Bedingungsgleichungen und auf die allgemeine Function [pvv] = min. an, so ergeben sich zur Bestimmung der willkührlichen Factoren k_1 k_2 k_3 k_4 folgende 4 Normalgleichungen (a. a. O. S. 122):

$$\begin{aligned} S\Delta_1 &= + S_I k_1 - s_3 k_2 \\ S\Delta_2 &= - s_3 k_1 + S_{II} k_2 - s_6 k_3 \\ S\Delta_3 &= \qquad - s_6 k_2 + S_{III} k_3 - s_8 k_4 \\ S\Delta_4 &= \qquad\qquad - s_8 k_3 + S_{IV} k_4. \end{aligned}$$

Aus diesen erhält man, wenn für die Umfänge S, S_I, S_{II}, S_{III}, S_{IV} und die Strecken s_3, s_6, s_8 die vorstehenden Werthe eingesetzt werden:

$$\begin{aligned} k_1 &= + 1,0473 \\ k_2 &= + 1,4947 \\ k_3 &= + 0,7385 \\ k_4 &= + 5,7763 \end{aligned}$$

und hiemit ergeben sich aus den nach (17) und (18) gebildeten 11 Gleichungen die Verbesserungen v_1 bis v_{11} und deren Quadrate:

	cm	
29)	$v_1 = - 1,05$	$v_1^2 = 1,1025$
	$v_2 = + 1,49$	$v_2^2 = 2,2201$
	$v_3 = + 0,52$	$v_3^2 = 0,2756$
	$v_4 = - 0,72$	$v_4^2 = 0,5184$
	$v_5 = - 2,07$	$v_5^2 = 4,2849$
	$v_6 = + 0,61$	$v_6^2 = 0,3721$
	$v_7 = + 0,79$	$v_7^2 = 0,6241$
	$v_8 = - 3,21$	$v_8^2 = 10,3041$

$$v_9 = -\overset{\text{cm}}{0{,}51} \qquad v_9^2 = 0{,}2601$$
$$v_{10} = +4{,}46 \qquad v_{10}^2 = 19{,}8916$$
$$v_{11} = -3{,}13 \qquad v_{11}^2 = 9{,}7969$$
$$[vv] = 49{,}6504.$$

Aus diesen Fehlerquadraten und den bekannten Streckenlängen findet sich nach der Formel

$$30) \quad m^2 = \frac{1}{11}\left(\frac{v_1^2}{s_1} + \frac{v_2^2}{s_2} + \frac{v_3^2}{s_3} + \ldots + \frac{v_{11}^2}{s_{11}}\right)$$

der mittlere Fehler des Bayerischen Präcisionsnivellements für einen Kilometer:

$$m = \pm \overset{\text{mm}}{2{,}601}$$

während er nach den Bestimmungen der Allgemeinen Conferenz der Europäischen Gradmessung 3^{mm} betragen dürfte.

Die verbesserten Höhenunterschiede werden somit

$$
\begin{aligned}
31) \quad d_1{}^1 &= +(d_1 + v_1) = +\ 35{,}8618 \\
d_2{}^1 &= -(d_2 + v_2) = -\ 217{,}5211 \\
d_3{}^1 &= +(d_3 + v_3) = \pm\ 181{,}6593 \\
d_4{}^1 &= +(d_4 + v_4) = +\ 32{,}0886 \\
d_5{}^1 &= +(d_5 + v_5) = +\ 179{,}5774 \\
d_6{}^1 &= -(d_6 + v_6) = \pm\ 30{,}0066 \\
d_7{}^1 &= -(d_7 + v_7) = -\ 38{,}6723 \\
d_8{}^1 &= -(d_8 + v_8) = \mp\ 48{,}7732 \\
d_9{}^1 &= +(d_9 + v_9) = +\ 57{,}4389 \\
d_{10}{}^1 &= -(d_{10} + v_{10}) = -\ 100{,}2065 \\
d_{11}{}^1 &= +(d_{11} + v_{11}) = +\ 51{,}4333
\end{aligned}
$$

und man kann sich sofort überzeugen, dass alle Polygone einzeln und ganz oder theilweise aneinander gereiht schliessen. Die Vorzeichen der Strecken Nr 3, Nr 6, Nr 8 sind entgegengesetzt, und es gilt das obere für das vorausgehende, das untere für das nachfolgende Polygon, in welchem die betreffende Strecke nach einer der vorigen entgegengesetzten Richtung durchfahren wird. Bei der Addition sämmtlicher Höhenunterschiede heben sich die mit doppelten Vorzeichen

auf und es deutet der Umstand, dass die Summe der übrigen Unterschiede null wird, den Schluss des Gesammtumfangs an.

Berechnet man die Verbesserungen des in Fig. 1 dargestellten Bayerischen Netzes nach meinem Verfahren, so beginnt man am zweckmässigsten mit dem Polygon IV (der Fichtelgebirgsschleife), worin der grösste Schluss- und Kilometerfehler vorkommt*), und lässt hierauf die Polygone III, II, I folgen. Der Grund dieser Reihenfolge ist, dass der grosse Anschlussfehler $\varDelta_4$ über alle Seiten des Polygons IV den Streckenlängen proportional vertheilt und diese Vertheilung nicht vom Polygon III her, welches nur einen kleinen Schlussfehler $\varDelta_3$ hat, beeinflusst wird. Denn müsste man die verbesserte Strecke s_8 in IV beibehalten, wie sie sich aus III ergeben hat, so träfen auf die Strecken s_{10} und s_{11} zu grosse Theile des Schlussfehlers $\varDelta$ und damit erhielte man auch eine grössere Quadratsumme der Fehler als in dem Falle, wo man die Polygone nach der umgekehrten Reihenfolge IV, III, II, I ausgleicht.

Da auf den Umfang S_{IV} der Schlussfehler $\varDelta_4$ trifft, so kommt auf die Längeneinheit der Strecke eine Verbesserung $\varDelta_4 : S_{IV} = Q^{IV}$ und es wird folglich

$$\begin{aligned} v_8 &= -s_8 \,.\, Q^{IV} = -\overset{m}{0{,}03535} = -\overset{cm}{3{,}54} \\ v_{10} &= +s_{10} \,.\, Q^{IV} = +0{,}04268 = +4{,}27 \\ v_{11} &= -s_{11} \,.\, Q^{IV} = -0{,}02983 = -2{,}99. \end{aligned}$$

Setzt man diese Verbesserungen in die Bedingungsgleichung (System 9, Nr 4):

$$+(\mathfrak{d}_8 + v_8) - (\mathfrak{d}_{10} + v_{10}) + (\mathfrak{d}_{11} + v_{11}) = 0$$

ein, so wird

*) Ich habe zwar die Absicht, dieses Polygon vor der definitiven Ausgleichung des Bayerischen Höhennetzes nochmals nivelliren zu lassen; für das hier zu gebende Beispiel ist es aber ohne Belang, wenn der Schlussfehler $\varDelta_4 = +0{,}1080$ etwas grösser ist, als er sein sollte.

$$\mathfrak{b}_8^1 = +(\ 48{,}8053 - 0{,}0354) = +\ \overset{m}{48{,}7699}$$
$$\mathfrak{b}_{10}^1 = -(100{,}1619 + 0{,}0427) = -100{,}2046$$
$$\mathfrak{b}_{11}^1 = +(\ 51{,}4646 - 0{,}0298) = +\ 51{,}4347$$

woraus folgt, dass die algebraische Summe der 3 Neigungen der drei Strecken Nr 8, 10, 11 null ist, wie es sein muss.

Für das Polygon III besteht die Bedingungsgleichung (System 9, Nr 3):

$$+(\mathfrak{b}_6 + \mathfrak{v}_6) - (\mathfrak{b}_7 + \mathfrak{v}_7) - (\mathfrak{b}_8 + \mathfrak{v}_8) + (\mathfrak{b}_9 + \mathfrak{v}_9) = 0$$

und da $\mathfrak{b}_6 - \mathfrak{b}_7 - \mathfrak{b}_8 + \mathfrak{b}_9 = \Delta_3 = -\overset{m.}{0{,}0252}$ und $\mathfrak{v}_8 = -\overset{m}{0{,}0354}$, so folgt hieraus, nach der Einsetzung dieser Werthe:

$$\mathfrak{v}_6 - \mathfrak{v}_7 + \mathfrak{v}_9 = -\Delta_3 + \mathfrak{v}_8 = 0{,}0252 - 0{,}0354 = -\overset{m}{0{,}0102}$$

und es ist somit der Einheitswerth der Verbesserung $0{,}0102 : S_{III} = Q^{III}$, folglich die Verbesserung

$$\mathfrak{v}_6 = -s_6 \,.\, Q^{III} = -\overset{m}{0{,}003233} = -\overset{cm.}{0{,}33}$$
$$\mathfrak{v}_7 = +s_7 \,.\, Q^{III} = +0{,}004155 = +0{,}42$$
$$\mathfrak{v}_9 = -s_9 \,.\, Q^{III} = -0{,}002726 = -0{,}27.$$

Hiemit findet man die verbesserten Streckenneigungen:

$$\mathfrak{b}_6^1 = +(30{,}0005 - 0{,}0033) = +\overset{m.}{29{,}9972}$$
$$\mathfrak{b}_7^1 = -(38{,}6644 + 0{,}0042) = -38{,}6686$$
$$\mathfrak{b}_9^1 = +(57{,}4440 - 0{,}0027) = +57{,}4413$$

welche zu der Neigung der 8. Strecke $-\mathfrak{b}_8^1 = -48{,}7699$ addirt, Null geben.

In dem Polygon Nr II ist nach System 9, Nr 2 die Bedingungsgleichung zu erfüllen:

$$-(\mathfrak{b}_3 + \mathfrak{v}_3) + (\mathfrak{b}_4 + \mathfrak{v}_4) + (\mathfrak{b}_5 + \mathfrak{v}_5) - (\mathfrak{b}_6 + \mathfrak{v}_6) = 0$$

oder, da $-\mathfrak{b}_3 + \mathfrak{b}_4 + \mathfrak{b}_5 - \mathfrak{b}_6 = \Delta_2 = +\overset{m.}{0{,}0393}$ und $\mathfrak{v}_6 = -\overset{m}{0{,}0033}$, die hieraus folgende:

$$\Delta_2 - \mathfrak{v}_3 + \mathfrak{v}_4 + \mathfrak{v}_5 - \mathfrak{v}_6 = 0.$$

Es muss demnach $-\mathfrak{v}_3 + \mathfrak{v}_4 + \mathfrak{v}_5 = \overset{m}{0{,}0426}$ und der Einheitswerth der Verbesserung $0{,}0426 : S_{II} = Q^{II}$ sein, woraus folgt:

$$\mathfrak{v}_3 = + s_3 . Q^{II} = + \overset{m}{0{,}01635} = + \overset{cm}{1{,}64}$$
$$\mathfrak{v}_4 = - s_4 . Q^{II} = - 0{,}00673 = - 0{,}68$$
$$\mathfrak{v}_5 = - s_5 . Q^{II} = - 0{,}01934 = - 1{,}94$$
$$\mathfrak{d}_3{}^1 = -(181{,}6541 + 0{,}0164) = - \overset{m}{181{,}6705}$$
$$\mathfrak{d}_4{}^1 = +(\ 32{,}0958 - 0{,}0068) = +\ 32{,}0890$$
$$\mathfrak{d}_5{}^1 = +(179{,}5981 - 0{,}0194) = + 179{,}5787.$$

Addirt man die letzten 3 Werthe zu $\mathfrak{d}_6{}^1 = - 29{,}9972$ so erhält man Null, womit angezeigt ist, dass das Polygon II schliesst.

Für das Polygon I ist die Bedingungsgleichung nach System 9, Nr 1:

$$+(\mathfrak{d}_1 + \mathfrak{v}_1) - (\mathfrak{d}_2 + \mathfrak{v}_2) + (\mathfrak{d}_3 + \mathfrak{v}_3) = 0$$

oder, da $\mathfrak{d}_1 - \mathfrak{d}_2 + \mathfrak{d}_3 = \varDelta_1 = \overset{m}{0{,}0202}$ und $\mathfrak{v}_3 = + \overset{m}{0{,}0164}$,

$$\varDelta_1 + \mathfrak{v}_3 = \overset{m}{0{,}0366} = - \mathfrak{v}_1 + \mathfrak{v}_2$$

und der Einheitswerth der Verbesserungen $\overset{m}{0{,}0366} : S_1 = Q^I$, somit

$$\mathfrak{v}_1 = - s_1 Q^1 = - \overset{m}{0{,}01509} = - \overset{cm}{1{,}51}$$
$$\mathfrak{v}_2 = + s_2 Q^1 = + 0{,}02148 = = 2{,}15$$
$$\mathfrak{d}_1{}^1 = +(\ 35{,}8723 - 0{,}0151) = + \overset{m}{35{,}8572}$$
$$\mathfrak{d}_2{}^1 = -(217{,}5062 + 0{,}0215) = - 217{,}5277.$$

Addirt man zu $d_1{}^1 + d_2{}^1$ noch $d_3{}^1 = + 181{,}6705$; so überzeugt man sich, dass auch die Schleife Nr 1 wie alle übrigen schliesst.

Stellt man die Verbesserungen $\mathfrak{v}$, deren Quadrate $\mathfrak{v}\mathfrak{v}$ und die verbesserten Streckengefälle und Steigungen $\mathfrak{d}^1$ zusammen, so erhält man folgende Tabelle:

	cm.		
32)	$\mathfrak{v}_1 = - 1{,}51$	$\mathfrak{v}_1{}^2 = 2{,}2801$	$\mathfrak{d}_1{}^1 = + 35{,}8572$
	$\mathfrak{v}_2 = + 2{,}15$	$\mathfrak{v}_2{}^2 = 4{,}6225$	$\mathfrak{d}_2{}^1 = - 217{,}5277$
	$\mathfrak{v}_3' = + 1{,}64$	$\mathfrak{v}_3{}^2 = 2{,}6896$	$\mathfrak{d}_3{}^1 = \mp 181{,}6705$
	$\mathfrak{v}_4 = - 0{,}68$	$\mathfrak{v}_4{}^2 = 0{,}4624$	$\mathfrak{d}_4{}^1 = + 32{,}0890$

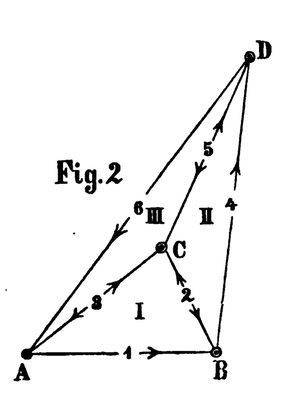
cm		
$v_5 = -1{,}94$	$v_5^2 = 3{,}7636$	$b_5^1 = +179{,}5787$
$v_6 = -0{,}33$	$v_6^2 = 0{,}1089$	$b_6^1 = \pm 29{,}9972$
$v_7 = +0{,}42$	$v_7^2 = 0{,}1764$	$b_7^1 = - 38{,}6686$
$v_8 = -3{,}54$	$v_8^2 = 12{,}5316$	$b_8^1 = \pm 48{,}7699$
$v_9 = -0{,}27$	$v_9^2 = 0{,}0729$	$b_9^4 = + 57{,}4413$
$v_{10} = +4{,}27$	$v_{10}^2 = 18{,}2329$	$b_{10}^1 = -100{,}2046$
$v_{11} = -2{,}99$	$v_{11}^2 = 8{,}9401$	$b_{11}^1 = + 51{,}4347$
	$[vv] = 53{,}8810$	

Die Summe der Fehlerquadrate beträgt hier etwas mehr als nach der strengeren Methode gefunden wurde, indem nach (29) die Summe $[vv] = 49{,}6504$ und nach (32) die Summe $[vv] = 53{,}8810$. Berechnet man jedoch aus den in vorstehender Tafel bestimmten Fehlerquadraten und den auf Seite 256 gegebenen Streckenlängen s_1 bis s_{11} den mittleren Fehler m des Bayerischen Präcisionsnivellements nach der Formel Nr (30), so wird

$$m = \pm \overset{\text{mm}}{2{,}709}$$

also nur um 0,1 Millimeter grösser als der nach der Methode der kleinsten Quadrate gefundene mittlere Fehler m = 2,601 Millimeter.

2) Ein anderes Beispiel der Ausgleichung und Vergleichung bietet uns das von Herrn General von Morozowicz in der Zeitschrift für Vermessungswesen, 1876, Bd. V, S. 327 bis 345 beschriebene und berechnete Höhennetz, das wir ein P r e u s s i s c h e s N e t z nennen wollen, da nicht anzunehmen ist, dass die Zahlen desselben fingirt sind. Dieses Netz ist in Fig. 2 skizzirt und durch folgende Beobachtungswerthe gegeben:



Von A nach B ist	s_1	$= \overset{\text{Km}}{11{,}670}$	und	$\mathfrak{h}_1$	$=$	$+ \overset{\text{m}}{10{,}8838}$
„ B „ C „	s_2	$= 6{,}045$	„	$\mathfrak{h}_2$	$=$	$- 6{,}1963$
„ C „ A „	s_3	$= 9{,}240$	„	$\mathfrak{h}_3$	$=$	$- 4{,}6783$
„ B „ D „	s_4	$= 16{,}580$	„	$\mathfrak{h}_4$	$=$	$+ 7{,}6657$
„ D „ C „	s_5	$= 12{,}860$	„	$\mathfrak{h}_5$	$=$	$- 13{,}8677$
„ A „ D „	s_6	$= 20{,}420$	„	$\mathfrak{h}_6$	$=$	$+ 18{,}5595.$

Für die hier gegebenen 3 Polygone ABCA = I, BDCB = II und CDAC = III bestehen folgende Bedingungsgleichungen, welche von beiden Methoden zu erfüllen sind:

$$
33) \qquad
\begin{aligned}
&+ (d_1 + \mathfrak{v}_1) - (d_2 + \mathfrak{v}_2) - (d_3 + \mathfrak{v}_3) = 0 \\
&+ (d_2 + \mathfrak{v}_2) + (d_4 + \mathfrak{v}_4) - (d_5 + v_5) = 0 \\
&+ (d_5 + \mathfrak{v}_5) - (d_6 + \mathfrak{v}_6) + (d_3 + \mathfrak{v}_3) = 0
\end{aligned}
$$

aus denen durch Addition, welche die Streckengefälle $d_2{}^1$, $d_3{}^1$, $d_5{}^1$ aufhebt, folgt:

$$+ (d_1 + \mathfrak{v}_1) + (d_4 - \mathfrak{v}_4) - (d_6 + \mathfrak{v}_6) = 0.$$

Es steht nun nichts im Wege, mit der Ausgleichung des Umfangs, d. h. mit Erfüllung dieser letzten Gleichung zu beginnen, dann mit I, II, III fortzufahren und zu schliessen.

Da $d_1 + d_4 - d_6 = \Delta = - \overset{\text{m}}{0{,}01}$ und der Umfang ABDA = S = 48,67 so wird der Einheitswerth der Verbesserung in diesem Umfange = 0,01 : S = Q und daher

$$
\begin{aligned}
\mathfrak{v}_1 &= + s_1 \,.\, Q = + \overset{\text{m}}{0{,}0024} = + \overset{\text{cm}}{0{,}24} \\
\mathfrak{v}_4 &= + s_4 \,.\, Q = + 0{,}0034 = + 0{,}34 \\
\mathfrak{v}_6 &= - s_6 \,.\, Q = - 0{,}0042 = - 0{,}42 \\
\mathfrak{h}_1{}^1 &= + 10{,}8838 + 0{,}0024 = + 10{,}8862 \\
\mathfrak{h}_4{}^1 &= + 7{,}6657 + 0{,}0034 = + 7{,}6691 \\
\mathfrak{h}_6{}^1 &= - 18{,}5595 + 0{,}0042 = - 18{,}5553.
\end{aligned}
$$

Im Polygon ABCA = I ist $d_1 - d_2 - d_3 = \varDelta_1 = \overset{m}{0},0092$ und daher muss nach der ersten Gleichung des Systems (33) $\varDelta_1 + \mathfrak{v}_1 - \mathfrak{v}_2 - \mathfrak{v}_3 = 0$ sein; da aber $\mathfrak{v}_1' = + \overset{m}{0},0024$ schon gefunden ist, so muss $\mathfrak{v}_2 + \mathfrak{v}_3 = \varDelta_1 + \mathfrak{v}_1 = + \overset{m}{0},0116$ werden. Der Anschlussrest 0,0116 ist auf die Länge $s_1 + s_2 = 17,715$ gleichheitlich zu vertheilen, es trifft somit auf die Längeneinheit eine Verbesserung von 0,0116 : $S_1 = Q^I$ und es wird

$$\begin{aligned}
\mathfrak{v}_2 &= + s_2 \,.\, Q^I = + \overset{m}{0},0046 = + \overset{cm}{0},46 \\
\mathfrak{v}_3 &= + s_3 \,.\, Q^I = + 0,0070 = + 0,70 \\
\mathfrak{b}_2{}^1 &= - 6,1963 - 0,0046 = - 6,2009 \\
\mathfrak{b}_3{}^1 &= - 4,6783 - 0,0070 = - 4,6853.
\end{aligned}$$

In den beiden Polygonen II und III sind somit je zwei Strecken schon ausgeglichen; es bleibt somit in jedem nur noch die Verbesserung der dritten Strecke (hier $\mathfrak{v}_5$) so zu bestimmen übrig, dass jedes Polygon schliesst; es müssen demnach die beiden letzten Bedingungsgleichungen des Systems für $\mathfrak{v}_5$ gleiche Werthe geben, und diese Gleichungen sind:

$$\begin{aligned}
\mathfrak{b}_2{}^1 + \mathfrak{b}_4{}^1 - (d_5 + \mathfrak{v}_5) &= 0 \\
\mathfrak{b}_3{}^1 - \mathfrak{b}_6{}^1 + (d_5 + \mathfrak{v}_5) &= 0.
\end{aligned}$$

Da nun $\mathfrak{b}_2{}^1 + d_4{}^1 - d_5$ und ebenso $\mathfrak{b}_3{}^1 - \mathfrak{b}_6{}^1 + d_5 = - 0,0023$; so ist in der That

$$\mathfrak{v}_5{}^1 = - \overset{m}{0},0023 = - \overset{cm}{0},23 \quad \text{und somit}$$

$$\mathfrak{b}_5 = - 13,8677 - 0,0023 = - 1\overset{m}{3},8700.$$

Wenn man die von Herrn General von Morozowicz nach der Methode der kleinsten Quadrate und von mir nach meinem abgekürzten Verfahren gefundenen Werthe zusammenstellt, so erhält man folgende zwei Tafeln:

Tafel I.

Die Verbesserungen und deren Quadrate.

Strecken-Nr	Morozowicz*)		Bauernfeind	
	v	vv	𝔳	𝔳𝔳
	cm		cm	
1	— 0,13	0,0169	+ 0,24	0,0576
2	+ 0,40	0,1600	+ 0,46	0,2116
3	+ 0,39	0,1521	+ 0,70	0,4900
4	+ 0,37	0,1369	+ 0,34	0,1156
5	— 0,20	0,0400	— 0,23	0,0529
6	— 0,76	0,5776	— 0,42	0,1764
		1,0835		1,1041

*) Die Vorzeichen der Verbesserungen sind hier für dieselben Richtungen genommen, welche für die Ausgleichung nach Bauernfeind gelten.

Tafel II.

Verbesserte Höhenunterschiede.

Strecke	Morozowicz	Bauernfeind	Differenz
	m	m	m
AB	+ 10,8825	+ 10,8862	— 0,0037
BC	— 6,2003	— 6,2009	+ 0,0006
CA	— 4,6822	— 4,6853	+ 0,0031
BD	+ 7,6694	+ 7,6691	+ 0,0003
DC	— 13,8697	— 13,8700	+ 0,0003
DA	— 18,5519	— 18,5553	+ 0,0034

Herr v. Morozowicz findet auf Seite 340 der oben genannten Zeitschrift den mittleren Fehler für den Kilometer

$$m = \pm \overset{mm}{0{,}765}$$

während aus meiner Rechnung

$$m = \pm \overset{mm}{0,772}$$

folgt; ein Unterschied zwischen beiden Werthen, der nicht mehr zu beachten ist.

3) Zum Schlusse will ich noch eine Vergleichung der nach zwei Methoden berechneten Verbesserungen eines Netzes beifügen, nämlich des Badischen Höhennetzes Friedrichsfeld-Carlsruhe, das Herr Dr. M. Doll in seiner Schrift „die Nivellirinstrumente und deren Anwendung", Stuttgart 1876, Seite 28 bis 30 nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen hat und wozu ich eine Ausgleichung nach meinem abgekürzten Verfahren berechnet habe.

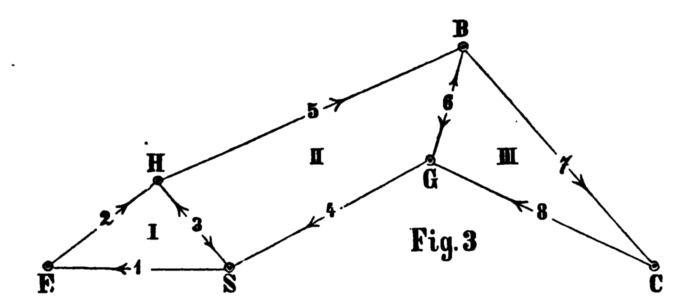


Fig. 3

Ein Bild des Badischen Netzes gewährt Fig. 3, worin F Friedrichsfeld, H Heidelberg, S Schwetzingen, G Graben, B Bruchsal und C Carlsruhe bedeutet.

Die gemessenen Grössen sind folgende:

							Km			m
Von	S	nach	F	ist	$s_1 =$		19,5	und	$d_1 =$	$-$ 1,0085
„	F	„	H	„	$s_2 =$		9,6	„	$d_2 =$	$-$ 9,0140
„	H	„	S	„	$s_3 =$		9,0	„	$d_3 =$	$+$ 10,0130
„	S	„	G	„	$s_4 =$		26,2	„	$d_4 =$	$-$ 6,1935
„	B	„	H	„	$s_5 =$		33,3	„	$d_5 =$	$+$ 2,6250
„	G	„	B	„	$s_6 =$		9,3	„	$d_6 =$	$-$ 6,4615

Von B nach C ist $s_7 = \overset{\text{Km.}}{21{,}3}$ und $d_7 = - \overset{\text{m.}}{0{,}4935}$
„ C „ G „ $s_8 = 22{,}2$ „ $d_8 = + 6{,}9155$.

Für die hier gegebenen 3 Polygone SFHS = I, HSGBH = II und GBCG = III bestehen folgende 3 Bedingungsgleichungen, welche von beiden Methoden erfüllt werden müssen:

$$34)\quad \begin{aligned} &-(d_1+\mathfrak{v}_1)-(d_2+\mathfrak{v}_2)+(d_3+\mathfrak{v}_3)=0\\ &-(d_3+\mathfrak{v}_3)-(d_5+\mathfrak{v}_5)+(d_6+\mathfrak{v}_6)+(d_4+\mathfrak{v}_4)=0\\ &-(d_6+\mathfrak{v}_6)-(d_7+\mathfrak{v}_7)+(d_8+\mathfrak{v}_8)=0. \end{aligned}$$

Addirt man diese 3 Gleichungen, so folgt

$$-(d_1+\mathfrak{v}_1)-(d_2+\mathfrak{v}_2)-(d_5+\mathfrak{v}_5)-(d_7+\mathfrak{v}_7)+(d_8+\mathfrak{v}_8)+(d_4+\mathfrak{v}_4)=0$$

was andeutet, dass auch der Umfang schliesst, wenn die einzelnen Polygone schliessen.

Beginnen wir die Ausgleichung nach meinem Verfahren mit Polygon III, so ist

$$-d_6-d_7+d_8=\varDelta_3=-\overset{\text{m}}{0{,}0395}$$
$$s_6+s_7+s_8=S_{\text{III}}=+\overset{\text{Km}}{52{,}80}$$

folglich der Einheitswerth der Verbesserung

$$Q^{\text{III}}=-\frac{\overset{\text{m}}{0{,}0395}}{52{,}80}$$

die Verbesserungen:
$$\begin{aligned} \mathfrak{v}_8 &= -s_8 \,.\, Q^{\text{III}} = +\overset{\text{cm}}{1{,}66}\\ \mathfrak{v}_7 &= +s_7 \,.\, Q^{\text{III}} = -1{,}59\\ \mathfrak{v}_6 &= +s_6 \,.\, Q^{\text{III}} = -0{,}70 \end{aligned}$$

die Höhenunterschiede:
$$\begin{aligned} \mathfrak{h}_8{}^1 &= +6{,}9155+0{,}0166=+6{,}9321\\ \mathfrak{h}_7{}^1 &= +0{,}4935+0{,}0159=-0{,}4776\\ \mathfrak{h}_6{}^1 &= -6{,}4615+0{,}0070=-6{,}4545. \end{aligned}$$

In dem Polygon II ist

$$-d_3-d_5+d_6+d_4=\varDelta_2=+\overset{\text{m}}{0{,}0170}$$
$$+s_3+s_5+s_6+s_4=S_{\text{II}}=+77{,}8\ \text{Km};$$

die Strecke s_6 ist aber bereits verbessert und $v_6 = -\overset{m}{0{,}0070}$ $= -\overset{cm}{0{,}70}$; daher geht die Gleichung 2 des Systems (34) über in

$$\varDelta_2 - 0{,}0070 - v_3 - v_5 + v_4 = 0$$

d. h. es ist noch $\varDelta_2 - 0{,}007 = +\overset{m}{0{,}01}$ auf die Strecken s_3, s_4, s_5, die zusammen die Länge $S^{II} = 68{,}5^{Km}$ haben, zu vertheilen. Es ist somit der Einheitswerth

$$Q^{II} = + \frac{\overset{m}{0{,}01}}{68{,}5}$$

damit werden die Verbesserungen:

$$v_5 = + s_5 \,.\, Q^{II} = + \overset{cm}{0{,}49}$$
$$v_4 = - s_4 \,.\, Q^{II} = - 0{,}38$$
$$v_3 = + s_3 \,.\, Q^{II} = + 0{,}13$$

die Höhenunterschiede:

$$\mathfrak{h}_5{}^1 = - \;\; 2{,}6250 - 0{,}0049 = - \;\; 2{,}6299$$
$$\mathfrak{h}_4{}^1 = + \;\; 6{,}1935 - 0{,}0038 = + \;\; 6{,}1897$$
$$\mathfrak{h}_3{}^1 = - 10{,}0130 - 0{,}0013 = - 10{,}0143.$$

In dem Polygon I ist bereits die Strecke s_3 ausgeglichen, es findet daher für dasselbe nur mehr die Bedingungsgleichung statt:

$$-(d_1 + v_1) - (d_2 + v_2) + \mathfrak{h}_3{}^1 = 0.$$

Da nun $\mathfrak{h}_3{}^1 - (d_1 + d_2) = 10{,}0143 - 10{,}0225 = \varDelta_1 = - 0{,}0082$ und $s_1 + s_2 = S_I = 29{,}1$ Km. ist, so wird der Einheitswerth der Verbesserungen

$$Q^{I} = - \frac{\overset{m}{0{,}0082}}{29{,}1};$$

damit ergeben sich die Verbesserungen selbst:

$$v_2 = + s_2 \,.\, Q^{I} = - 0{,}55$$
$$v_1 = + s_1 \,.\, Q^{I} = - 0{,}27$$

und endlich die Höhenunterschiede

$$\mathfrak{b}_2{}^1 = -9{,}0140 + 0{,}0055 = -9{,}0085$$
$$\mathfrak{b}_1{}^1 = -1{,}0085 + 0{,}0027 = -1{,}0058.$$

Bildet man auch hier zwei Tafeln wie für das Preussische Netz, so gestalten sich dieselben wie folgt:

Tafel I.

Die Verbesserungen und deren Quadrate.

Strecken-Nr.	M. Doll		Bauernfeind	
	v	vv	$\mathfrak{v}$	$\mathfrak{vv}$
	cm		cm	
1	— 0,44	0,1916	— 0,55	0,3019
2	— 0,22	0,0464	— 0,27	0,0732
3	+ 0,30	0,0881	+ 0,13	0,0173
4	— 0,28	0,0761	— 0,38	0,1463
5	+ 0,35	0,1228	+ 0,49	0,2363
6	— 0,78	0,6026	— 0,70	0,4900
7	— 1,55	2,4149	— 1,59	2,5391
8	+ 1,62	2,6166	+ 1,66	2,7556
		6,1581		6,5597

Tafel II.

Die verbesserten Höhenunterschiede.

Strecke	M. Doll	Bauernfeind	Differenz
	m	m	m
SF	— 1,0041	— 1,0058	+ 0,0017
FH	— 9,0118.	— 9,0085	— 0,0033
HS	+ 10,0160	+ 10,0143	+ 0,0017
SG	— 6,1907	— 6,1897	— 0,0010
BH	+ 2,6285	+ 2,6299	— 0,0014
GB	— 6,4537	— 6,4545	+ 0,0008
BC	— 0,4780	— 0,4776	— 0,0004
CG	+ 6,9317	+ 6,9321	— 0,0004

Wenn man nach den vorstehenden Fehlerquadraten die mittleren Fehler m und m des Badischen Netzes berechnet, so ergibt sich in deren Werthen kein merklicher Unterschied, sowie auch die Differenzen der verbesserten Streckengefälle sich nur zwischen 0,4 und 3,3 Millimeter bewegen. Es ist demnach hier wie in den anderen beiden Beispielen in Bezug auf die Resultate fast gleich, ob man nach dem strengen oder nach dem abgekürzten Verfahren rechnet, in Bezug auf die zur Ausgleichung erforderliche Zeit aber bietet meine Methode, welche — ich wiederhole es — nach einem festen Princip verfährt und daher mit andern willkührlichen Näherungsmethoden nicht zu vergleichen ist, um so grössere Vortheile, je mehr Polygone das auszugleichende Netz umfasst.

Sitzung vom 13. Januar 1877.

Herr Dr. C. W. Gümbel giebt

„Geognostische Mittheilungen aus den Alpen."

IV.

Der Pechsteinporphyr in Südtirol.

Die Verknüpfung von Felsitporphyr mit Pechstein ist eine ebenso häufige, wie höchst eigenthümliche Erscheinung, welche eine vollständig entsprechende Erklärung bis jetzt noch nicht gefunden hat. Es ist besonders Sachsen, dessen in manchen Beziehungen eigenthümliche Felsitporphyre an zahlreichen Orten mit Pechstein oder glasartig entwickeltem porphyrartigem Gestein unmittelbar vereinigt sind. Wie die neueste Arbeit von Kalkowsky (Min. Mitth. v. Tschermak 1874. I, S. 31), in welcher die sächsischen Pechsteinporphyre sehr gründlich und erschöpfend behandelt sind, zeigt, tritt nur in dem hemihyalinen Pechstein von Meissen Felsit als Entglasungsergebniss in grösserer Menge auf, während von den übrigen Fundstellen der Pechstein sich dem jüngeren der Trachytreihe ganz ähnlich verhält und vorherrschend aus glasartiger Grundmasse besteht. Dabei besitzt dieser Pechstein vielfach spärolithische Struktur. Die ausserordentliche sorgfältige Untersuchung

dieser Porphyre durch Zirkel und Kalkowsky gestattet es, die Untersuchung ähnlicher Gesteine zunächst mit ihnen in Vergleichung zu setzen und sie als Ausgangspunkt für weitere Untersuchungen zu nehmen.

An das Vorkommen dieser Pechsteinporphyre Sachsens schliesst sich zunächst jenes im Fichtelgebirge NO. von Wunsiedel an. Daselbst sehen wir ächten Felsitporphyr ohne scharfe Grenze in Pechstein verlaufen. Beide Gesteinsarten besitzen zuweilen sphärolithische Struktur, so dass man unwillkürlich zur Annahme gedrängt wird, dass sie nur verschiedenartige Ausbildungszustände eines und desselben Eruptivmateriales darstellen. Einen südlichsten Ausläufer weisen die Porphyre des ostbayerischen Grenzgebirgs in dem Vorkommen eines glasartig massigen Pechsteins in Kornberg bei Erbendorf unmittelbar neben Felsitporphyr auf (Geogn. Beschreib. von Bayern II S. 423), während pechsteinartige Gesteine weiter südlich und nördlich an dem Gebirgsrande des ostbayerischen Grenzgebirgs und des Fichtelgebirgs neben den Porphyren von Weiden, Bodenwöhr (Pingarten) und von Regenstauf, oder nordwärts bei Kemnath (Lenau, Aigen) und Stockheim fehlen. In den grossen Verbreitungsgebieten der Porphyre im Thüringer Walde, am Harz, in den rheinischen Gebirgszügen mangelt es gleichfalls an pechstein-artig ausgebildeten Modifikationen, die sich in ausgezeichneter Weise erst wieder auf den schottischen Inseln Arran und Egg, bei Oban in Schottland, Newry in Irland, Isle royal am Lake superiore in Nordamerika u. s. w. einstellen (Zirkel, Lehrb. d. Petrogr. I. Seite 576).

Auffallender Weise haben bis jetzt die so ausgezeichneten Pechsteinporphyre innerhalb des, so viel bekannt ist, grössten Porphyrdistriktes von Botzen in Südtirol noch in sehr geringem Grade die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, obwohl sie bereits v. Richthofen in seiner klassi-

schen Beschreibung der Gebirge von St. Cassian, von mehreren Fundpunkten (Castelruth, Auer bei Botzen) ausdrücklich als obsidianartige Pechsteine hervorhebt und beschreibt. Zwar erwähnen sie auch de Lapparent (Annal. d. mines Ser. T. VI p. 245) und Tschermak (D. Porph. Oesterr. S. 104), ohne aber in eingehender Weise sich mit ihnen zu befassen, so dass diese Südtiroler Pechsteine neuerdings fast in Vergessenheit gerathen sind.

Es dürften daher einige weitere Mittheilungen über diese höchst merkwürdigen Pechsteinporphyre von Südtirol wohl am Platze sein.

Auf meinen verschiedenen Wanderungen in Südtirol sind mir sogleich beim ersten Anblick schon deutlich als glasartig erkennbare, schwarze pechsteinartige Porphyre nur von drei Punkten bekannt geworden, nämlich aus dem Höllenbachthale zwischen Pausa, Höllen und Auer, dann bei Tisens unfern Castelruth (beide Fundstätten schon durch v. Richthofen bekannt) und ausserhalb des Botzener Porphyrmassivs von der Rasta N. von Schio unfern Recoaro. Was die Gesteine anbelangt, die Tschermak (Porph. Oesterr. S. 104 u. 105) beschreibt und von denen er annimmt, dass die Pechsteinbildung als ein Veränderungsprocess des ursprünglich grünen Porphyres aufzufassen sei, so gehören diese meiner Ansicht nach nicht in die Reihe der oben erwähnten Pechsteine. Doch sollen auch sie hier vorläufig erwähnt, später aber näher beschrieben werden.

Während es mir nicht gelang, über die Lagerungsverhältnisse des Pechsteinporphyrs aus dem Höllenbachthale, der in zahlreichen Blöcken und Brocken über die Oberfläche ausgestreut gefunden wird, namentlich über sein Verhalten gegen den benachbarten Felsitporphyr an den Berührungsstellen klaren Aufschluss zu gewinnen, bietet das Vorkommen des petrographisch sehr ähnlichen Gesteins vom Castelruth viel bessere Anhaltspunkte.

Wenn man den Kuntersweg, der von der Eisenbahnstation Waidbruck über das stattliche Schloss Trostburg nach Castelruth führt, verfolgt, so überschreitet man zunächst der Trostburg jene geschichteten Trümmer- und Breccien-gebilde, die auch im Eingang des Grödener Thals anstehen und die ich, wie die wollsackartig verwitternden, zwischen Porphyr eingeklemmten Bänke von Conglomeraten und Breccien im Eisackthale, bei Botzen und in der Naifschlucht bei Meran unbedenklich dem Rothliegenden zuzählen zu dürfen glaube. Zwischen den grobbrockigen, porphyrtuffigen, dunkelfarbigen Gesteinsbänken lagern feinere, sandigthonige Schichten von dunkler, oft röthlicher oder grünlich grauer Farbe, ohne dass sich darüber jene rothen oder weissen Sandsteine, die man als Grödener Sandstein zu bezeichnen pflegt, hier entwickelt zeigen. Höher aufwärts am Wege hebt sich darunter fast ununterbrochen bis nahe Castelruth gewöhnlicher, dunkler, röthlich grauer Felsitporphyr aus dem Untergrunde heraus und steht, wenn nicht stellenweis von erratischem Diluvium bedeckt, überall zu Tag an. Letzeres hat sich nur an einzelnen geschützten Lagen erhalten und mag früher einmal über die Thalgehänge in grossartiger Ausbreitung sich ausgedehnt haben. Gekritzte Rollstücke kennzeichnen es als Glacialschutt. Trotz der Einförmigkeit des Porphyrs bieten sich auf diesem Wege in den ungemein zahlreichen Rundbuckelformen der Porphyrfelsen und in den oft spiegelglatten Gletscherschliffen, bei denen man oft 2 – 3, in der Richtung verschiedene Systeme als Zeichen zeitweilig veränderter Richtung der Gletscherbewegung unterscheiden kann, interessante Beobachtungsobjekte.

Ehe man Castelruth erreicht, kurz vor dem Dorfe Tisens, begegnet man in einem Wäldchen am Fusse eines felsigen Bergkopfs den ersten Blöcken eines intensiv schwarzen, glasartigen, durch unzählige eingesprengte weisse Quarz-

körnchen und wasserhelle Feldspathkryställchen weissscheckigen Pechsteinporphyrs. Näher gegen das Dorf Tisens mehren sich diese Blöcke und zeigen ein Gestein, das durch Einschlüsse von gelbem, auf den ersten Blick olivinähnlichem Quarz und von derben, rostgelben Putzen besonders in die Augen fällt. Die Wegmauer ist fast ausschliesslich von diesem Material aufgebaut. Verfolgt man nun das Gestein an dem steilen Felsengehänge, um es anstehend und im Contakte mit dem benachbarten gewöhnlichen Felsitporphyr zu beobachten, so ist nur eine Stelle an dem kleinen waldigen Bergkopfe N.W. vom Dorfe Tisens blossgelegt, an dem man das gangartige Durchsetzen des Pechsteinporphyrs durch Felsitporphyr beobachten kann. Weiterhin scheint er sich wie eine Decke an den Felsitporphyr anzulehnen.

Diesen Pechsteinporphyr, den wir der Kürze wegen den Castelruther nennen wollen, besteht in seiner Hauptmasse aus einer pechartig glänzenden schwarzen Glasmasse, in welcher ungemein viele — zahlreichere, als im gewöhnlichen Felsitporphyr — weissliche, gelbliche, auch röthliche Quarzkörnchen und glashelle rissige Feldspaththeilchen eingebettet sind. Dadurch, dass einzelne Parthieen des Gesteins streifenweis reicher oder ärmer an Einschlüssen sind und die Quarzkörnchen in einzelnen gewundenen und verschlungenen Zügen und Striemen bald röthlich, bald gelblich gefärbt sich zeigen, gewinnt das Gestein schon im Grossen das Ansehen einer in zähem Fluss bewegten und nach und nach erstarrten Masse. Die schwärzliche, bräunliche, selten grauliche Grundmasse ist durchaus glasartig, bricht unregelmässig muschlig und lässt, soweit diess das unbewaffnete Auge unterscheiden kann, keinen Uebergang ins Felsitische oder in die Beschaffenheit der gewöhnlichen Felsitporphyre wahrnehmen. Hier und da eingesprengte Theile einer rothgelben Substanz mit fettartigem Glanz und

mattem Bruche erinnert an eine zweite Art von Glasmasse, die mit der ersten verschmolzen erscheint.

Die Quarzkörnchen sind, soweit sich das verfolgen lässt, ringsum, aber etwas roh auskrystallisirt in hexagonalen Pyramiden, welche hier und da die schmalen Combinationsflächen mit dem hexagonalen Prisma zeigen. Die Flächen sind matt, wie angeschmolzen, und ohne die so charakteristischen Striche und Linien. Einzelne Krystalle verhalten sich wie an den Kanten und Ecken abgerundet und scheinen einen Uebergang in rundliche Körner zu vermitteln. Die schon erwähnte gelbe Färbung vieler dieser Quarztheile, wodurch sie ein olivinähnliches Aussehen gewinnen, ist besonders eigenartig und rührt von eingeschlossenem gelblichem Glas her.

Die gleichfalls sehr reichlich beigemengten Feldspathkrystalle sind mehr oder weniger wasserhell, rissig, meist ungefärbt und nehmen nur in den Parthieen, die gelbe Quarzkörnchen enthalten, gleichfalls einen etwas gelblichen Ton an. Auf den Spaltflächen lassen sich keine Parallelstreifchen wahrnehmen, obwohl zahlreiche Parallelrisse durch die Feldspathmasse ziehen. Die Hauptspaltflächen stehen rechtwinklig zu einander, der Feldspath ist mithin ein orthoklasischer. Makroscopisch lässt sich die Anwesenheit eines Plagioklas, dessen Gegenwart die mikroscopische Untersuchung lehrt, nicht deutlich nachweisen. Ein sehr rein ausgelesenes Material dieses Feldspaths analysirt, erweist sich in folgender Weise zusammengesetzt (Anal. von Hrn. Ass. A. Schwager):

Kieselsäure m. etwas Titansäure	67,95
Thonerde	19,49
Eisenoxyd	1,68
Kalkerde	0,66
Kali	6,08
Natron	2,99
Glühverlust	0,62
	99,47.

Diese Zusammensetzung gleicht zunächst jener des Sanidins von Mont d'or (Kali = 6,9, Natron = 3,7) und nähert sich überhaupt mehr derjenigen der Sanidine, als der Orthoklase. Diess im Zusammenhalt mit der wasserhellen, glasartigen Beschaffenheit berechtigt wohl diesen Feldspath als Sanidin anzusprechen.

Sehr merkwürdig ist das fast völlige Fehlen von Glimmer, der nur in höchst spärlichen Blättchen sich in den Dünnschliffen da oder dort beobachten lässt. Sonstige Einschlüsse kann man makroscopisch nicht unterscheiden. Dagegen liefert die mikroscopische Untersuchung der Dünnschliffe weitere interessante Ergebnisse.

Die dem unbewaffneten Auge ganz gleichartig erscheinende Glasmasse theilt sich unter dem Mikroscop in eine vorwaltend graue oder schwärzliche und in eine untergeordnete gelbliche bis lederbraune. Die erstere Art des Glases zeigt im Allgemeinen die Beschaffenheit der Glasmasse, wie sie etwa am Zwickauer Pechstein vorkommt. Die Fluktuationserscheinungen sind in ausgezeichneter Weise zu sehen. Die bald gradgestreckten, bald wellig gebogenen und auf die mannigfachste Weise gewundenen oder verschlungenen dunklen, selten bräunlich gefärbten Striemchen, die sich durch die Glasmasse durchziehen und in den Dünnschliffen als die Durchschnitte lamellarer Theile sich in Form von Fäden darstellen, erscheinen dem Auge durch dunklere und hellere Schattirungen als fein parallel gestreift, genau so wie die Fäden, welche sich beim Zusammengiessen verschieden schwerer Flüssigkeiten beobachten lassen. Ich konnte mich nicht davon überzeugen, dass diese dunklen und hellern Schattirungen durch feine capillare Hohlräume oder Röhrchen erzeugt werden, welche mit den Fäden fortziehen, vielmehr machten sie auf mich den Eindruck, als ob sie durch substanzielle Differenzen in der Masse selbst, durch verschieden beschaffene d. h. mit verschiedener Menge

fein eingestreuter kleinster Theilchen unterscheidbare membranenartig mit einander verschlungene Streifchen bedingt seien. Diese Striemchen schliessen deutlich wechselnd helle und durch unendlich feinen schwarzen Staub getrübte Zwischentheile ein, als ob verschiedenartige Glasmassen durcheinander geflossen wären. In den staubig dunkleren Striemchen liegen hier und da einzelne oder mehrere von einem Punkt strahlig gruppirte lange, äusserst feine Nädelchen, so dünn, dass sie i. p. L. bei der Dunkelstellung sich nicht als doppelt brechend erkennen lassen. Die durch solche Fluktuationsfäden oder -Lamellen ausgezeichneten Glastheile breiten sich nun nicht gleichförmig durch die Gesteinsmasse aus, sondern es wechseln in ganz kleinen Parthieen verschiedene Systeme, so dass nach einer bestimmten Richtung gestreifte Felder oft plötzlich abbrechen und dafür ein neues System nach anderer Richtung gestreifter Glastheilchen eintritt, wobei zuweilen beide durch eine dunkle Querlinie, die wie ein Riss aussieht, getrennt erscheinen. Zuweilen verliert sich auch die Fluktuationszeichnung ganz und es erscheint dann die grauliche, auch zwischen den Fluktuationsstreifchen bemerkbare Glasmasse einförmig, meist durch unendlich feine Staubtheilchen etwas getrübt und durch kurze, dunkle Striche gleichsam in Felder abgetheilt, eine Annäherung an die perlitische Struktur andeutend. Wahrscheinlich kommen solche mehr gleichmässige Glastheile zum Vorschein, wenn der Schliff grade in und parallel mit den Lamellen geführt wurde. Eine entschieden sphärolithische Ausbildung habe ich nicht beobachten können.

Etwas abweichende Erscheinungen treten in der gelblich gefärbten Masse hervor. In ihr bemerkt man selten deutliche Fluktuationsstreifchen; sie ist meist trübe, von kleinen Körnchen ganz erfüllt, sonst aber amorph. Es ist sehr bemerkenswerth, dass solche gelbe Masse fast immer die eingeschlossenen Krystalle rindenartig umhüllt, aber

auch streifenweis mit dem grauen Glas sich vermischt. Mehr abgeschlossene, fast sphärolithisch gesonderte gelbe Parthieen bestehen aus einer Masse, in der kleine, wirr gelagerte Stäbchen und Körnchen die Oberhand gewinnen und im p. L. einen Uebergang ins Krystallinische verrathen. Ob diese Erscheinung Folge eines Uebergangsstadiums zur Felsitausbildung oder aber von aufgenommenen Felsitbrocken herzuleiten sei, ist schwer zu entscheiden. Doch dürfte die erstere Annahme die wahrscheinlich richtigere sein. Darauf weist der Umstand hin, dass solche gelbe Masse zuweilen in die Quarzkrystalle vordringt und darin sich in kleinen Aederchen oder rundlichen Ausscheidungen vorfindet. In diesen eingeschlossenen Parthieen bemerkt man keine Fluktuationszeichen, die Masse ist entweder ganz gleichförmig amorph, sehr intensiv braun gefärbt oder noch häufiger feinkörnig im Zustande der Entglasung. Die Glasmasse erweist sich i. p. L. durchweg als amorph, nur bei Anwendung eines eingeschobenen Gypsblättchens scheiden sich einzelne Parthieen und zwar meist die stark gekörnelten aus, welche mehr oder wenig deutlich Farben zeigen. Zerstreut in der Glasmasse tauchen sehr vereinzelt weiter noch unregelmässig gestaltete, längliche, oft verzerrte, undurchsichtige Flecken von braunlich schwarzem Schimmer auf, die, wie der äusserste Rand andeutet, aus kleinen dunklen Körnchen zusammengesetzt sind. In einzelnen Fällen lässt sich zwischen diesen Körnchen eine Substanz erkennen, die unzweifelhaft braunem Glimmer angehört. Daneben finden sich noch dunkle, schmale, zackige Flecke, welche die Bildung von Augit, vielleicht auch von Hornblende anzeigen.

In den Dünnschliffen zeigen die Durchschnitte der eingeschlossenen Quarzkrystalle fast constant eine dünne Umrandung mit der oben erwähnten gelben Glasmasse, welche stellenweise in feinen senkrecht zur Fläche stehenden Fäserchen gleichsam mit der Quarzsubstanz verwachsen ist.

In der Quarzmasse selbst sieht man ziemlich häufig Glaseinschlüsse und feine, nicht weiter bestimmbare dunkle Körnchen. Wasserbläschen konnte ich keine auffinden. Im p. L. treten grelle bunte Aggregatfarben hervor.

Die Sanidine bilden in dem Dünnschliffe wasserhelle, scharf umgrenzte Ausscheidungen, die meist nach den Hauptspaltungsrichtungen von parallelen senkrechten Rissen durchzogen sind. Sie enthalten gleichfalls ziemlich häufig Glaseinschlüsse, die zuweilen durch feine Fädchen noch mit der äusseren Glasmasse verbunden sind. Wie am Quarze zeigt sich auch rings um die Sanidine eine dünne Umrindung von gelbgefärbter Glasmasse. Im p. L. kommt immer gleichzeitig über die ganze Fläche des durchschnittenen Krystalls dieselbe Farbe zum Vorschein, wechselnd zwischen Blau und Gelb. Durch die Anwendung des polarisirten Lichtes treten nun auch sehr vereinzelte kleine, gestreifte Plagioklase aus der Grundmasse hervor, die man sonst kaum zu unterscheiden im Stande wäre. Diese Plagioklase sind aber so spärlich, dass ihnen bezüglich der chemischen Zusammensetzung des Gesteins im Ganzen kaum ein erheblicher Einfluss zukommt.

Bei dem innigen Verbande, in welchem auch der Castelruther Pechsteinporphyr mit dem Felsitporphyre an der bezeichneten Fundstelle und auch an den übrigen Orten, wo er in Südtirol vorkommt, steht, liegt die Annahme sehr nahe, dass er gleichfalls nur eine durch rasche Erstarrung bedingte Modifikation des Felsitporphyrs sei. Naumann führt (s. Lehrb. d. Geogn. I, S. 608) an, dass der Pechsteinporphyr ein natürliches wasserhaltiges Glas sei, welches die in der Grundmasse des Felsitporphyrs bereits krystallinisch gesonderten Bestandtheile, nämlich Quarz und Feldspath noch im Zustande eines geschmolzenen Magma's enthalte, in welchem die Kieselerde sehr vorzuwalten pflege. Auch Zirkel (L. d. Petr. S. 567) bemerkt, dass dasselbe

Material, welches bei krystallinischer Festwerdung Felsitporphyr und quarzführende Trachyte geliefert hätte, einer Ausbildung zu Pechstein unterlegen sei und (Mic. Beschr. d. Min. u. G. S. 371), dass der Pechstein gewissermassen in der Entwicklung zu Porphyr gehemmt worden sei und wäre die Entglasung .... weiter fortgeschritten, so wäre ein ächter normaler Quarzporphyr daraus hervorgegangen. Rosenbusch (Mic. Physiogr. d. Min. S. 128) schliesst sich dieser Anschauung an, dass die eine Art von Pechstein bei krystallinischer Erstarrung zu Felsitporphyr, die andere zu quarzhaltigem Trachyte erstarrt wäre. Vogelsang (Philos. d. G. S. 144—194) fasst den Vorgang in der Weise auf, dass die Beschaffenheit der porphyrischen Grundmasse das Resultat der secundären molekularen Entglasung sei, welche auf nassem Wege eine ursprünglich glasig ausgebildete Substanz von der Natur der hyalinen Pechsteinmasse betroffen habe, ohne jedoch eine solche Umwandlung auf alle Porphyre ausdehnen zu wollen, wogegen fast alle andern Petrographen sich für eine ursprüngliche Herausbildung der Porphyrmasse in ihrer jetzigen Beschaffenheit ausgesprochen haben.

In dieser noch nicht völlig geklärten Frage dürfte aber neben der mikroscopischen Untersuchung wohl auch die chemische Zusammensetzung zu Rathe zu ziehen sein, wie diess bereits von Roth (vergl. Zirkel a. a. O. S. 573) geschehen ist.

Versuchen wir diess nun bei unserm Südtiroler Pechsteinporphyr, so finden wir, dass seine chemische Zusammensetzung sich eng an die der bisher von anderen Fundstellen analysirten Pechsteine, namentlich an jene von Meissen und von Arran (Lambash road) anschliesst; dass wir es mithin hier nicht mit einem Ausnahmsfalle zu thun haben, sondern mit einem ziemlich allgemein herrschenden Verhalten des Pechsteinporphyrs.

Da unser Castelruther Gestein eine ungewöhnlich grosse Menge von Quarz- und Feldspathausscheidungen enthält, so schien es gerathen, nicht bloss die Gesammtgesteinsmasse, sondern in möglichst vollständiger Sonderung auch die schwarze Glasgrundmasse ohne Mineraleinsprengungen und den Feldspath zu analysiren. Bei der Bauschanalyse wurde eine Mischprobe aus einer bedeutenden Menge fein gepulverten Gesteins genommen. Das Ergebniss der von H. Ass. A. Schwager ausgeführten Analysen ist nachstehendes:

I Bauschanalyse des ganzen Gesteins.
II Analyse der schwarzen Glasgrundmasse.
III Analyse des hellen Feldspaths (Sanidin's, wie schon früher mitgetheilt).

	I	II	III
Kieselsäure . . .	76,52	71,66	67,95
Thonerde	12,10	12,02	19,49
Eisenoxyd . . .	1,96	1,64	1,68
Kalkerde	0,85	0,33	0,66
Bittererde . . .	0,22	0,21	—
Kali	2,62	2,69	6,08
Natron	2,94	6,54	2,99
Glühverlust . . .	2,74	4,58	0,62
Summe	99,95	99,67	99,47

Demnach enthält das Gestein ungefähr 0,3 Pechsteingrundmasse, 0,3 Sanidin und 0,33 Quarz, der Rest fällt anderen Beimengungen zu.

Eine Analyse des möglichst ausgelesenen gelben, auf einzelne Putzen ausgeschiedenen Glases, freilich mit nur geringer Menge angestellt, ergab etwas abweichend:

Kieselerde	73,93
Thonerde	11,11
Eisenoxyd	1,35
Kalkerde	1,26
Bittererde	1,07
Kali	3,39
Natron	4,59
Glühverlust	3,28
	99,98.

Vergleicht man mit den Ergebnissen der Analysen I und II die Zusammensetzung des gewöhnlichen Botzener Felsitporphyrs, von dem drei Analysen vorliegen (vergl. Tschermak a. a. O. S. 103 und 104), so ergiebt sich als dessen chemische Zusammensetzung bei:

I Quarzporphyr von St. Ulrich in Gröden, der dem Felsitporphyr in unmittelbarer Nähe des Castelruther Pechsteinporphyrs ganz gleich beschaffen ist und überhaupt die vorherrschende Abänderung bei Botzen repräsentirt,

II und III rother Porphyr von Moëna.

	I	II	III
Kieselsäure . . .	76,14	73,16	74,62
Thonerde	12,69	12,84	11,94
Eisenoxydul . . .	1,78	3,02	2,59
Manganoxydul . .	0,17	Sp.	0,23
Kalkerde	0,51	1,22	0,73
Bittererde . . .	0,32	0,44	0,31
Kali	5,81	4,32	5,29
Natron	1,82	3,33	2,93
Wasser	1,03	1,20	0,90
Summe	100,27	99,47	99,54

Im Vergleich mit der Zusammensetzung des Pechsteinporphyrs ergiebt sich zunächst, abgesehen vom Wassergehalte, in Bezug auf den Gehalt an Alkalien ein höchst merkwürdiger Unterschied darin, dass sich das Verhältniss der Menge von Kali und Natron gerade umgekehrt zeigt. Im Felsitporphyr herrscht das Kali entschieden über das Natron vor, während im Pechsteinporphyr mehr Natron als Kali enthalten ist, wie sich diess constant bei fast allen Pechsteinen zu erkennen giebt. Ich halte es daher nicht für gerechtfertigt, die Pechsteinporphyre ohne Weiteres als glasartig erstarrte Felsitporphyre anzusprechen. Denn es lässt sich nicht erklären, wohin die Menge des Natron's beim Uebergang in den felsitischen Zustand gekommen sei, da doch nicht anzunehmen ist, dass ausschliesslich Natron etwa mit dem gleichfalls verschwundenen Wasser ausgeschieden und abgeflossen sei. Wohl sind die Botzener Felsitporphyre ziemlich reich an Plagioklaseinschlüssen, wie Tschermak (a. a. O. S. 100) hervorhebt und wie auch meine Dünnschliffuntersuchungen bestätigen, aber trotzdem ist dieser Gehalt nicht zureichend, um das angeführte Verhältniss von Kali und Natron daraus zu erklären.

Ich möchte daher vermuthen, dass Pechstein- und Felsitporphyr schon ursprünglich zwei wesentlich verschiedene Dinge sind und dass gerade dessbalb, weil das Magma gewisser Porphyre grössere Mengen von Natron enthielt, dieses länger bei niederer Temperatur sich flüssig erhalten konnte, um so mehr nach Ausscheidung von Quarz und Sanidin in so grosser Menge, wie sie in unserem Gestein sich vorfinden. Der vorwaltende Gehalt an Natron scheint mir daher der eigentliche Grund des Vorkommens von Pechsteinporphyr neben Felsitporphyr zu sein; beide repräsentiren nicht bloss verschiedene Erstarrungszustände einer Gesteinsart, sondern sind zwei von vornherein wesentlich verschiedene Gesteins-

arten, die nur als nahezu gleichzeitige Eruptionsmasse miteinander vergesellschaftet sich erweisen. Man könnte diesen Pechsteinporphyr gradezu als Natronglasporphyr kennzeichnen.

Der Porphyr bei Botzen ist jedoch nicht so gleichartig zusammengesetzt, als es die drei oben angeführten Analysen vermuthen lassen, wenigstens fand ich eine ganz abweichende Zusammensetzung bei einem anscheinend sehr frischen, rothbraunen Porphyr vom Aussehen der bei Botzen vorherrschenden Varietät, welchen ich in der Naifschlucht bei Meran gesammelt habe. Die Analyse ergab:

Kieselerde	66,60
Thonerde	15,17
Eisenoxyd	8,92
Kalkerde	0,46
Bittererde	0,37
Kali	3,85
Natron	3,57
Glühverlust	2,00
	100,94.

Diese Varietät enthält wesentlich weniger Kieselsäure. Ich möchte vermuthen, dass solche Verschiedenheiten im Botzener Bezirke sich öfter wiederholen.

Tschermak führt (a. a. O. S. 104 und 105) bei den Botzener Pechsteinporphyren auch Uebergänge an, bei welchen neben der rothen Porphyrmasse grüne Flecke in regelmässiger Vertheilung und zwischen diesen kleine dunkle Pechsteinparthieen vorkommen. Er fasst bei diesem Gestein die Pechsteinbildung als einen Veränderungsprocess des ursprünglich grünen Porphyrs auf und nimmt an, dass das grüne Gestein durch O.haltige Wässer umgewandelt, und das Gemenge der neugebildeten Wasser- und Eisen-haltigen Verbindungen in eine amorph aussehende Masse als Pechstein abgesetzt wurde.

Ich glaube die Porphyrmodifikation, auf welche diese Schilderung passt, in der Umgegend von Botzen mehrfach beobachtet zu haben und will meine über diese angestellten Untersuchungsergebnisse gleichfalls hier mittheilen.

Bei dieser Art von Gestein scheint allerdings eine amorphe grünlich gefärbte dichte Substanz die Grundmasse des Porphyrs zu ersetzen und an die Stelle des Porphyrglases getreten zu sein. Die Beschaffenheit dieses Porphyrs lässt schon nach dem blossen Ansehen auf einen hohen Grad von erlittener Zersetzung schliessen; in der That braust derselbe mit Säuren behandelt ziemlich lebhaft auf. Es gelang, hinreichende Menge der erwähnten grünen Grundmasse in sehr reinem Zustande zu isoliren. Dieselbe erwies sich nach der Analyse (A. Schwager) als bestehend aus

Kieselsäure	51,64
Thonerde	28,72
Eisenoxyd- und Oxydul	5,22
Kalkerde	0,17
Bittererde	0,07
Kali	9,24
Natron	1,20
Glühverlust (Wasser) .	4,34
	100,60.

Diese Masse ist mithin nach Art eines Pinitoids oder von Onkosin zusammengesetzt und ist unzweifelhaft ein Umsetzungsprodukt einer feldspathigen Substanz. Aus dem hohen Kaligehalt ist wohl sicher zu schliessen, dass sie nicht aus einem Glas hervorgegangen sein kann, wie jenes des Castelruther Pechsteinporphyrs, sondern aus einer anderen kalireicheren. Dass aber die ursprüngliche Substanz die gleiche Textur besass, wie die Glasmasse, beweist die mikroscopische Untersuchung, bei der sich zeigt, dass trotz der Umänderung die Fluktuationsstreifchen noch wohl erhalten geblieben sind, und hellere mit dunkleren Lamellen in viel-

fachen Verschlingungen mit einander wechseln, wie in der Pechsteingrundmasse, jedoch ist alles krystallinisch umgebildet. Denn die ganze grüne Masse erweist sich i. p. L. als doppeltbrechend, wie der Okosin.

Neben dem hohen Kaligehalt ist die geringe Menge von Kieselsäure auffallend. Wenn wir dem Glas, aus dem die grüne Substanz hervorgegangen ist, nur einen Kieselsäuregehalt ungefähr von dem des Oligoklases = 65% zutheilen, so müsste eine enorme Menge bei der Umbildung fortgeführt worden sein. Es ist daher wahrscheinlich, dass schon ursprünglich die Glasmasse basischer zusammengesetzt war. Hier ist allerdings eine Veränderung im Sinne des von Tschermak angedeuteten Wassereinflusses vor sich gegangen; aber das Gestein dürfte doch nicht mehr als ein ächter Pechsteinporphyr zu bezeichnen sein.

Dagegen ist das Gestein von der Rasta unfern von Recoaro ein ächter Pechsteinporphyr. Es scheinen ihm zwar in die Augen fallende Ausscheidungen von hellen Quarz- und Feldspaththeilchen in der intensiv schwarzen glasartigen Grundmasse zu fehlen, es zeigt sich aber, dass dafür in sehr beträchtlicher Menge schwarze Glimmerblättchen eintreten. In den Dünnschliffen erweist sich jedoch das Gestein auch sehr reich an hellen rissigen orthoklasischen Feldspathausscheidungen, ärmer an Quarzkörnchen. Die Glasgrundmasse hat dieselben Fluktuationsstreifchen und hellere neben dunkleren Lamellen aufzuweisen, wie die des Castelruther Gesteins. Die dunkleren Streifchen enthalten deutlich mehr pulverigkörnigen Staub, wie die hellen, doch ist das Ganze reichlich damit erfüllt. Daneben bemerkt man an den meisten Stellen zahlreiche, unregelmässige kurze Fäserchen, die wirr durcheinanderliegen und in den hellen Streifchen oft sich wie eine Querstreifung darstellen. In den Krystallausscheidungen sind häufig Glaseinschlüsse zu bemerken. Neben dem grünlich-braunen Glimmer stellen sich spärlich auch kleine

Einsprengungen eines olivingrünen, stark dichroitischen, rissigen Minerals ein, das Hornblende sein dürfte. Häufig treten dunkle grössere Körnchen, die zahlreich im ganzen Gestein eingestreut sind, zu einer Art Krystallform zusammen, und umschliessen, wie beim Castelruther Pechsteinporphyr, Glimmer und seltener Augit, der im Gestein vom Höllthale bei Auer häufiger vorkommt.

Ich habe diesen Pechsteinporphyr zusammengesetzt gefunden aus:

Kieselsäure	65,20
Thonerde	16,00
Eisenoxyd	4,90
Manganoxydul . . .	0,65
Kalkerde	1,24
Bittererde	1,64
Kali	1,77
Natron	3,72
Glühverlust	4,15
	99,27.

Werfen wir nun einen Blick auf die Felsitporphyre des Botzener Gebirgs zurück, so wäre es im höchsten Grade interessant, bei der erstaunlichen Abwechslung, in der sich hier diese Gebirgsart entwickelt findet, alle diese Varietäten einer mikroscopischen Untersuchung zu unterziehen. Ich habe nur einen verschwindend kleinen Theil davon näher zu untersuchen bis jetzt Zeit gefunden, glaube auch schon dadurch eine bemerkenswerthe Thatsache erkannt zu haben, nämlich, dass trotz des felsitischen Aussehens eine Anzahl dieser Felsitporphyr glasartige Grundmasse enthalten, dass manche wahre Glasporphyre darstellen, welche nur von dem, was man gewöhnlich Pechsteinporphyre nennt, durch die helle und röthliche Farbe und weniger auffallenden Glasglanz sich unterscheiden. Weitaus die Hauptmasse des Botzener Porphyrs besitzt allerdings in der Grundmasse

die sog. felsitische Ausbildung in der Weise, dass eine helle, durchsichtige, seltener schwach gefärbte glasartige Substanz von einer oft bis zum Undurchsichtigwerden angehäuften Menge feinsten, dunklen Staubs und undeutlich abgegrenzter kleinster Körnchen erfüllt ist. Oft reihen sich die dunklen Staubtheilchen aneinander zu unregelmässigen kurzen Fäserchen oder Nädelchen, die meist gekrümmt und gebogen, gleich dick oder theilweise verdickt, zuweilen perlenschnurartig gegliedert, sich von den kurzen, hellen graden Mikrolithen durch ihre unregelmässige Form unterscheiden. Die letzteren kommen zwar meist spärlich vor, aber fehlen doch selten ganz. Oft finden sich an einzelnen Stellen die Fäserchen zu einem wirren Gewebe filzartig verschlungen.

Indem die Staubtheilchen oder Körnchen sich nach gewissen Linien dichter oder weniger dicht zeigen, bald in gewundenen Lamellen, bald in fadenähnlichen rundlichen Streifchen sich zusammengruppiren, kommt die Erscheinung der Fluktuation oder Strömung zum Vorschein, welche wenigstens spurweise überall sichtbar ist und zum Theil durch rundliche Zeichnungen und bogenartige Striche eine Neigung zu sphärolithischer Absonderung verräth. Ich habe nie eine Zertheilung dieser Grundmasse etwa in feldspathige und quarzige Mikrolithe oder Körnchen beobachtet, vielmehr zeigt sich die helle, den Mineralstaub beherbergende Grundmasse entweder ganz amorph, so dass sie i. p. L. selbst bei Anwendung eines zwischengeschobenen Gypsblättchen sich einfach brechend verhält oder aber diese Grundmasse löst sich i. p. L. auf in ein Aggregat von schwach oder ganz schwach polarisirenden Theilchen, welche dicht aneinander sich anschliessen und weiter bei Anwendung eines Gypsblättchens meist sehr deutliche Aggregatfarben aufweisen. Diese Feldchen der Aggregate sind nicht mikrolithenartig klein, sondern besitzen meist eine ziemliche Ausdehnung, wie kleine Krystalltheile. Zwischen diesem

Zertheilen der Grundmasse in solche Aggregate, die ich als den Anfang einer Krystallbildung ansehe im Stadium der noch nicht scharfen Abgrenzung und Absonderung von dem umhüllenden Magma (leptomorphe Ausbildung) und dem amorphen Zustande finden sich nun zahlreiche Mittelstufen der Entwicklung mit mehr oder weniger zahlreichen und mit mehr oder weniger deutlich doppeltbrechenden Theilchen oder Feldchen. Man hat, wie mir scheint, bei der Untersuchung der Felsitgrundmasse, häufig zu viel Gewicht auf das Zertheilen der Grundmasse in Mikrolithe von Feldspath oder Quarznatur gelegt, und im Suchen nach diesen das Auseinandergehen der Grundmasse in noch nicht scharf abgegrenzte schwach doppelt brechende Theile übersehen. Ich glaube, man kann bei dem Felsitporphyr wenigstens dem Botzener nicht von einer ausschliesslich amorpher und nicht von einer ausschliesslich doppelt brechenden Grundmasse sprechen; beide sind Zustände, die ineinander übergehen und nebeneinander selbst in ein und demselben Gesteinsstück vorkommen können. Die extremsten Ausbildungsweisen liegen vor in einem ziegelrothen Porphyr aus der Umgegend von Cavalese mit Quarz und ausgezeichnet schön, meist in Carlsbader Zwillingen ausgebildeten grossen Orthoklaskrystallen, dessen Grundmasse im p. L. (mit Gypsblättchen) in ein vollständiges Aggregat mit bunter Farben sich zertheilt, und in einem gleichfalls ziegelrothen Felsitporphyr aus der Naifschlucht bei Meran, dessen fast wasserhelle, wenig staubige, mit grösseren dunklen Körnchen und einzelnen Mikrolithnädelchen spärlich versehene Grundmasse auch bei eingeschobenem Gypsblättchen als einfach brechend sich erweist, während nicht sehr zahlreiche stielrunde Fäden zwischen der Glasmasse sich durchschlängeln. Diese Fäden sind so eigenthümlicher Art, dass es verzeihlich wäre, getäuscht durch ihre regelmässige Form und ihr fadenalgenähnliches Aussehen, sie für organische Gebilde zu halten.

Sie bestehen aus einer tief rothgefärbten Hülle, welche durch die Anhäufung und Concentrirung des eisenrothen Staubs entsteht und aus einem von diesen eingeschlossenen hellen Kern, dessen Masse,' wie ich auf Querschnitten der Dünnschliffe sehen konnte, das Licht schwach doppelt brechen. Im Uebrigen deuten einzelne bogenförmig gekrümmte Streifchen auch hier die Fluktuationserscheinung an.

In der Mitte zwischen diesen Extremen steht der im Ganzen als die häufigste Varietät bei Botzen auftretende braunrothe Felsitporphyr. Die durch schwärzlich rothe feinste Körnchen staubige Grundmasse erweist sich i. p. L. als nur sehr schwach, stellenweis etwas stärker doppeltbrechend, während bei Anwendung eines eingeschobenen Gypsblättchens so reichlich Aggregatfarben zum Vorschein kommen, dass nur geringe Theile der Grundmasse jetzt als einfach brechend sicher zu erkennen sind.

Bei manchen weisslich gefärbten und erdig aussehenden Porphyren lässt der Dünnschlicht eine Menge aus kleinen körnigen Klümpchen zusammengeballter, weisser, nur schwach durchscheinender Flocken erkennen, die in einer grossentheils amorphen Grundmasse liegen. Diese Flocken scheinen aus der Zersetzung derjenigen Theile der Grundmasse hervorgegangen zu sein, welche sich in dieser sonst als schwach doppeltbrechende, nicht scharf umgrenzte erkennen lassen.

Es liegt nach diesen Beobachtungen die Annahme nahe, dass auch der Felsitporphyr von Botzen stellenweis glasig erstarrt ist, ohne dass sich aber diese Art von Kaliglasporphyr dem unbewaffneten Auge so deutlich verräth, wie der typische dunkle Pechsteinporphyr von Castelruth oder Recoaro.

Herr **Erlenmeyer** sprach über:

„Das Wasser als Oxydations- und Reductionsmittel.“

Im Jahre 1867 habe ich mitgetheilt, dass Gährungsmilchsäure durch Erhitzen mit Wasser bei Gegenwart von Schwefelsäure in Aethylaldehyd und Ameisensäure gespalten wird. Das Hydroxyl des Wassers wirkt hierbei oxydirend auf das Radical CH_3 — CH . OH und der Wasserstoff wirkt reducirend auf das Radical Carboxyl. Die gleiche oxydirende und reducirende Wirkung des Wassers habe ich bisher bei einer ganzen Anzahl von kohlenstoffreicheren sog. α Hydroxysäuren zu beobachten Gelegenheit gehabt.

Da nun, wie ich mich überzeugt habe, auch die Glycolsäure, das der Milchsäure nächst niedere Glied in der Reihe der Hydroxyfettsäuren sich durch Wasser in analoger Weise wie die höheren Glieder spalten lässt, so wage ich den Schluss zu ziehen, dass auch das niederste Glied der Reihe, die Kohlensäure einer Spaltung fähig ist in die Wasserstoffverbindung des Carboxyls, die Ameisensäure und die Hydroxylverbindung des mit dem Carboxyl vereinigten Radicals. Dieses letztere ist in der Kohlensäure bekanntlich ebenfalls Hydroxyl; die Verbindung von Hydroxyl mit Hydroxyl ist aber nichts anderes als Wasserstoffhyperoxyd, das sich bekanntermassen ähnlich wie die Aldehydhydrate

sehr leicht unter Abspaltung von Wasser zersetzt. Das Anhydrid, welches hierbei entsteht, ist aber Sauerstoff.

Es dünkt mir sehr wahrscheinlich, dass die angedeutete Spaltung in Ameisensäure und Wasserstoffhyperoxyd, durch Wasser unter dem Einfluss des Chlorophylls und der Sonnenstrahlen bewirkt, die erste Veränderung ist, welche die Kohlensäure in den Pflanzen erleidet. Wenn man die leichte Zersetzbarkeit des Wasserstoffhyperoxyds in Sauerstoff und Wasser in Betracht zieht, so lässt sich das Auftreten des freien Sauerstoffs bei dem Lebensprocess der Pflanzen in der angegebenen Weise gewiss am einfachsten erklären. Es ist nicht undenkbar, dass auch die Ameisensäure durch Wasser unter den Bedingungen unter welchen sie in den Pflanzen steht noch weiter in Methylaldehyd und Wasserstoffhyperoxyd gespalten werden kann. Zum Schluss will ich noch daran erinnern, dass ich 1864 in Gemeinschaft mit F. Hoster die Gegenwart von Glycolsläure und Ameisensäure in unreifen Trauben nach gewiesen habe.

2. Oxydation der Hydroxyfettsäuren.

Markownikoff sowie Ley & Popoff haben die Regel aufgestellt, dass die α Hydroxysäuren durch Oxydation mit Chromsäuregemisch in eine um 1 Atom Kohlenstoff ärmere Fettsäure und Kohlensäure verwandelt werden.

Markownikoff dachte sich, dass das Oxydationsmittel die Hydroxysäure zunächst durch Entziehung der beiden Wasserstoffatome an dem Radical CHOH in eine Ketonsäure überführe und dass diese dann erst durch weitere Oxydation in Kohlensäure und die kohlenstoffärmere Fettsäure zerfalle z. B.

$$\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CHOH \\ | \\ COOH \end{matrix} + O = \begin{matrix} CH_3 \\ | \\ CO \\ | \\ COOH \end{matrix} + H_2O$$

$$\begin{array}{llllll} CH_3 & & & CH_3 & & \\ | & & & | & & \\ CO & + & O = & COOH & + & CO_2 \\ | & & & & & \\ COOH & & & & & \end{array}$$

Ley und Popoff sind der Ansicht, dass die Oxydation direct folgender Gleichung entsprechend verläuft:

$$\begin{array}{llll} CH_3 & & CH_3 & \\ | & & | & \\ CHOH + O_2 & = & COOH & \\ | & & & \\ COOH & & & + CO_2 + H_2O \end{array}$$

Ich hielt es für am Wahrscheinlichsten, dass die α Hydroxysäuren durch Wasser bei Gegenwart von Schwefelsäure in einen Aldehyd resp. ein Keton und in Ameisensäure gespalten werden und dass erst in zweiter Linie der Aldehyd resp. das Keton in gewöhnlicher Weise zu Fettsäure und die Ameisensäure zu Kohlensäure oxydirt werde.

Bei der Oxydation von α Hydroxycapronsäure und α Hydroxycaprylsäure sowie von Diäthylglycolsäure hat sich meine Ansicht bestätigt, wie an einem andern Ort ausführlicher mitgetheilt werden wird.

Die Oxydation von β Hydroxysäuren scheint nach den bisher angestellten Versuchen zum Theil in analoger Weise wie die bei den α Säuren zu verlaufen z. B.

$$\begin{array}{llllllll} R & & & & R & & & \\ | & & & & | & & & \\ CHOH & & HO & & CHOH & & & \\ | & + & | & = & | & + & & \\ CH_2 & & H & & OH & & CH_3: & \\ | & & & & & & | & \\ COOH & & & & & & COOH & \end{array}$$

etc., zum Theil aber auch in folgender Weise:

1)

$$\begin{array}{lccl} R & & & R \\ | & & & | \\ CHOH & - & OH & CH \\ | & & | & \| \\ CH_2 & & H & = CH \\ | & & & | \\ COOH & & & COOH \end{array}$$

2)

$$\begin{array}{lcccccc} R & & & R & & & \\ | & & & | & & & \\ CH & & O & CH & & O & \\ \| & + & & = \| & + & \| & \\ CH & & O & O & & CH & \\ | & & & & & | & \\ COOH & & & & & COOH & \end{array}$$

In dritter Linie wird, wenn hinreichend Oxydationsmitte vorhanden ist in den beiden Spaltungsstücken das Aldehydradical CHO in Carboxyl verwandelt.

3. Halogensubstitutionsproducte der Fettsäuren

Da bei der Einwirkung von Halogenen auf die Paraffine, welche mehr als zwei Atome Kohlenstoff enthalten, nach den Untersuchungen von Schorlemmer gewöhnlich 2 isomere Monosubstitutionsproducte gebildet werden, hielt ich es für möglich, dass auch bei den entsprechenden Fettsäuren 2 isomere Monohalogensäuren entstehen könnten. Ich wurde in dieser Annahme bestärkt durch einige scheinbar widersprechende Erfahrungen, welche verschiedene Forscher bei Untersuchung der Monobrombuttersäure gemacht haben.

Nach den Versuchen, welche ich bis jetzt mit der Buttersäure und Capronsäure vorgenommen habe, scheinen in der That zwei Monobromsäuren zu entstehen, wenn die Einwirkung des Broms bei Temperaturen über 140° stattfindet.

Entgegen der Behauptung verschiedener Forscher, dass Brom auf Buttersäure und auf Capronsäure nicht bei 100°

ja selbst nicht bei 130° einwirke, habe ich gefunden, dass beide Säuren, wie dies für die Buttersäure auch schon Naumann angegeben hat, bei 100° (resp. 98,5°) vollständig in Bromsäuren verwandelt werden, wenn man hinreichend lang bei dieser Temperatur erhitzt und dass dann fast nur α Säure gebildet wird. Ich will bei dieser Gelegenheit noch bemerken, dass nach meinen Erfahrungen wie es scheint nur die β Halogenfettsäuren, nicht, oder weniger leicht die α Säuren durch weingeistiges Kali in Säuren der Acrylsäurereihe verwandelt werden.

4. Ueber die Oxydation der Fettsäuren.

Bei der Fortsetzung meiner Untersuchung über die Wirkung verschiedener Oxydationsmittel auf organische Verbindungen hat sich ergeben, dass die Gährungscapronsäure ähnlich wie durch Salpetersäure auch durch Chromsäuregemisch in Bernsteinsäure und Essigsäure, die Normalheptylsäure in Bernsteinsäure und Propionsäure (von welcher sich ein Theil in Essigsäure, Ameisensäure und Kohlensäure zersetzt) gespalten wird.

Ich bin mit der Oxydation der Caprylsäure, (durch Jodwasserstoff aus Hydroxycaprylsäure erhalten) und höherer Fettsäuren beschäftigt, um zu sehen, ob dieselben ebenfalls Bernsteinsäure und neben dieser die entsprechenden Fettsäuren liefern.

Herr Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski überreicht ein Exemplar der Abhandlung von Herrn Charles Grad, „Température des mers de France", im Auftrage des Verfassers.

Vorschläge zu allgemein vergleichenden Beobachtungen über die Temperatur der Meere, welche Frankreich berühren, und Mittheilung in Extremen und Mitteln der Monate über die Wärme des mittelländischen Meeres an 3 Stationen der Küste von Algier, wo Herr Grad bereits Daten für 1872 sich hatte verschaffen können, bilden den Gegenstand seines Berichtes.

Er hatte darüber vorgetragen in der französischen Naturforscher-Versammlung zu Nantes, im August 1875.

Verzeichniss der eingelaufenen Büchergeschenke.

Von der naturforschenden Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. XIX. Jahrgang. Vereinsjahr 1874/75. 8.

Von der geographischen Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XVIII. 1875. 8.

Von der schweizerischen geologischen Commission in Bern:

a) Bericht der geologischen Commission nebst Blatt XXIV. der geol. Karte der Schweiz und einem Uebersichtsblatt. 1876.
b) Beiträge zu einer geologischen Karte der Schweiz. 1 Geolog. Karte. Bl. 9. 1875. Fol.

Von der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. Bd. IX. und X. 1876. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. V. 1876. 8.

Vom Verein für Naturkunde in Mannheim:

36.—40. Jahresbericht. 1870—76. 8.

Von der k. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

a) Abhandlungen der math.-phys. Classe. Bd. XI. 1875. 4.
b) Berichte über die Verhandlungen der mathem.-phys. Classe. 1874—75. 8.

Von der Lebensversicherungsbank für Deutschland in Gotha:

47. Rechenschaftsbericht f. d. J. 1875. 4.

Von der k. k. Sternwarte in Prag:

Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen. 36. Jahrg. Jahr 1875. 4.

Vom naturhistorischen Landes-Museum von Kärnten in Klagenfurt:

Jahrbuch. Heft XII. 1876. 8.

Von der schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

Verhandlungen. Jahrg. 1875. Luzern 1876. 8.

Vom physikalischen Verein zu Frankfurt a/M.:

Jahresbericht f. d. J. 1874/75. 8.

Vom Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen 1875. 8.

Von der landwirthschaftlichen Centralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1875/76. München 1876. 8.

Vom Verein nördlich der Elbe zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Kiel:

Mittheilungen. Heft 1. 4—7. 9. Neue Reihe: Schriften. Bd. I. 3. II. 1. 1857—75. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Karlsruhe:

Verhandlungen. Heft VII. 1876. 8.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Emden:

61. Jahresbericht. 1875. 8.

Vom Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften Bd. 16. Jahrg. 1875/76. 8.
„ I—XII. XIV—XVI. 1862—1876. 8.

Von der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien:

a) Verhandlungen. Jahrg. 1875. Bd. XXV. 1876. 8.
b) Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft. 1876. 4.

Von der senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

Abhandlungen Bd. X. 1876. 4.

Von der naturforschenden Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrsschrift. Jahrg. XX. 1875. 8.

Von der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft i. J. 1874—75. 8.

Von der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. XVI. Jahrg. 1875 in 2 Abtheilungen. 1875—76. 4.

Von der fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft in Leipzig:

Preisschriften. Nr. XIX. XX. 1876. 4.

Von der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

15. Bericht. 1876. 8.

Von der Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 82. 1876. 4.

Von der Connecticut Academy of Arts and Sciences in New-Haven:

Transactions. Vol. III. Part. 1. 1876. 8.

Vom Museo civico di storia naturale in Genua:

Annali. Vol. VII. 1875. 8.

Von der Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. XXXII. Part. 2. 1876. 8.

Vom Bureau de la recherche géologique de Suède in Stockholm:

a) Kartbladet No. 54 (Riseberga), 55 (Latorp) och 56 (Nora) mit 3 Heften erläuternden Textes 1876.
b) Geognostisk Beskrifning öfver Persbergets Grufvefält, af A. E. Törnebohm. 1875. 4.

c) Om Sveriges lagrade urberg jemförda med Sydvestra Europas, af D. Hummel. 1875. 8.
d) Om Malmlagrens aldersföljd af O. Gumaelius. 1876. 8.

Von der Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

a) Mémoires. Tom. IX. Paris 1873. 8.
b) Extrait des procès-verbaux des séances. 1875/76. 8.

Von der Società adriatica di scienze naturali in Triest:

Bollettino. Annata II. No. 1. 1876. 8.

Von der Royal Society of Tasmania in Tasmania Hobarttown:

Monthly Notices of Papers and Proceedings for 1874. 1875. 8.

Vom Geological Museum in Calcutta:

a) Memoirs. Vol. I. Part. 2. 1858. Vol. VIII. Part. 1—4. 1875. 4.
b) Palaeontologia Indica. Ser. IX. 2. u. 3. The Cephalopoda by Will. Waagen. 1875. Fol.

Von der Akademie der Wissenschaften in Lissabon:

a) Memorias. Classe de sciencias mathematicas. Nova Serie. Tom. IV. Parte 1. 2. Tom. V. Parte 1. 2. 1867—75. 4.
b) Jornal de sciencias mathematicas, physicas e naturaes. Tom. I—IV. 1868—73. 8.
c) Technologia rural, por J. J. Ferreira Lapa. Parte I — III. 1871—74. 8.
d) Curso de meteorologia, por Adriano Augusto de Pina Vidal. 1869. 8.
e) Précis de thermométrie clinique por P. F. da Costa Alvarenga, trad. par L. Papillaud. 1871. 8.
f) Tratado elementar de optica por Adriano Augusto de Pina Vidal. 1874. 8.
g) Elementos de pharmacologia geral por Bernardino Antonio Gomes. 1873. 8.

Von der American Association for the advancement of science in Salem:

Memoirs. I. 1875. 4.

Vom United States Naval Observatory in Washington:

Astronomical and meteorological Observations made during the year 1873. 1875. 4.

Von der k. Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

Meteorologiska Jakttagelser i Sverige. Bd. XV. 1873. 4.

Von der Académie Royale de médecine in Brüssel:

a) Bulletin. Année 1876. 3. Série. Tom. X. No. 6. 1876. 8.
b) Mémoires couronnés. Collection in 8. Tome IV. 1876. 8.

Vom Reale Istituto Lombardo di scienze in Mailand:

Osservazioni meteorologiche eseguite nella R. specola di Brera. Anno 1873. 8.

Von der Società italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. XVIII 1875. 8.

Vom Comité international des poids et mesures in Paris:

Procès-verbaux des séances de 1875—76. 8.

Von der Boston Society of natural history in Boston:

a) Proceedings. Vol. XVIII. 1876. 8.
b) Occasional Papers II. The Spiders of the United States by N. M. Hentz.

Von der Société des sciences naturelles in Cherbourg:

Mémoires. Tom. 19. 1875. 8.

Von der Société de géographie in Paris:

Bulletin. Juillet. Août 1876. 8.

Vom Institut national Genevois in Genf:

Bulletin. Tom. XXI. 1876. 8.

Von der Redaction des American Chemist in New-York:

The American Chemist. Vol. VII. 1876. 4.

Von der Redaction des American Journal in New-Haven:

The American Journal of Science and Arts. III. Series. Vol XII. 1876. 8.

Von der American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XI. (New Series Vol. III.) 1876. 8.

Von der Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1875 in 3 Parts. 1875. 8.

Vom United States Engineer Office in Washington:

a) Report upon geographical and geological Exploration and Surveys West of the 100th Meridian. Part. IV. Vol. III. Geology. 1875. 4.
b) The geological Relations of the lignitic Groups, by J. J. Stevenson. New-York 1875. 8.

Vom Museu nacional in Rio de Janeiro:

Archivos do Museo nacional. 1876. 4.

Vom physikalischen Central-Observatorium in St. Petersburg:

Repertorium für Meteorologie. Bd. V. 1876. 4.

Von der Universidad de Chile in Santiago:

Anuario hidrográfico de la marina de Chili. Año I. 1875. 4.

Vom Musée Teyler in Harlem:

Archives. Vol. IV. 1876. 4.

Von der Sternwarte in Leiden:

Annalen. Bd. IV. Haag. 1875. 4.

Von der kgl. Natuurkundigen Vereenigung in Nederlandsch-Indië in Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 1834. 8.

Von der Société Hollandaise des sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises. Tom. XI. 1876. 8.

Von der Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1876. 8.

Von der Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 418. 1876. gr. 8.

Von der Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. XIX (1858—59) — XXVI (1865/66). 8.

Von der Società Italiana delle scienze in Florenz:

Memorie. Serie III. Tomo II. 1869—76. 4.

Von der Linnean Society in London:

a) Proceedings of the Session 1874—75. 8.
b) Additions to the Library of the Linnean Society. 1875. 8.

Von der Sociedad geográfica in Madrid:

Boletín. Tomo I. 1876. 8.

Von der Sociedad de geografía y estadística in Mexico:

Boletín. Tercera Época Tomo III. 1876. 8.

Von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medicinische Jahrbücher. Jahrg. 1876. Heft IV. 1876. 8.

Vom naturhistorischen Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. Jahrg. 32 u. 33. 1875—76. 8.

Vom naturwissenschaftlichen Verein in Magdeburg:

a) Abhandlungen. Heft 7. 1876. 8.
b) Sechster Jahresbericht; nebst den Sitzungsberichten aus dem Jahre 1875. 8.

Vom Verein für deutsche Nordpolarfahrt in Bremen:

Forschungsreise nach West-Sibirien 1876. VIII. 1876. 8.

Vom Royal College of Chemistry, South Kensington Museum in London:

Sixth Report of the Rivers Commission. 1874. Fol.

Von der Académie impériale des sciences in St. Petersburg:

Bericht der zur Begutachtung der Abhandlung des Herrn Wex über die Wasserabnahme in den Quellen und Strömen eingesetzten Commission. 1876. 8.

Von der finländischen Gesellschaft für Wissenschaften in Helsingfors:

a) Bidrag till kännedom of Finlands Natur och Folk. Vol. XXIV. 1874. 8.
b) Observations météorologiques. Année 1873. 4.

Vom Reale Osservatorio di Brera in Mailand:

Pubblicazioni. No. XI. 1876. Fol.

Vom Museo civico di storia naturale in Genua:

Annali. Vol. VIII. 1876. 8.

Vom Herrn Gerhard vom Rath in Bonn:

a) Notizen über die oktaëdrischen Krystalle des Eisenglanzes. 1876. 8.
b) Das Syenitgebirge von Ditro und das Trachytgebirge Hargitta im östlichen Siebenbürgen. 1876. 8.
c) Mineralogische Mittheilungen. Leipzig 1876. 8.

Vom Herrn A. Kölliker in Würzburg:

Ueber die Placenta der Gattung Tragulus 1876. 8.

Vom Herrn R. Fresenius in Wiesbaden:

a) Analyse der Eisen-Quellen in Bad Neudorf in Böhmen. 1876. 8.
b) Analyse der Mineral-Quelle bei Birresborn in der Eifel. 1876. 8.
c) Chemische Analyse der Mineral-Quelle bei Biskirchen im Lahnthale. 1876. 8.
d) Analyse der warmen Quelle zu Assmannshausen. 1876. 8.

Vom Herrn Hermann Kolbe in Leipzig:

Journal für praktische Chemie. Neue Folge. Bd. XIV. 1876. 8.

Vom Herrn Socrate Cadet in Rom:

Quade possa essere il farmaco meglio opportuno tanto a prevénire quanto a combattere i morbi pestilenziali. 1874. 8.

Vom Herrn Giovanni Omboni in Padua:

L'Esposizione di oggetti preistorici. Venedig 1876. 8.

Vom Herrn P. Trémaux in Paris:

Principe universel du mouvement et des actions de la matière. 3e éd. 1876. 8.

Vom Herrn Charles Pickering in Salem:

The geographical Distribution of Animals and Plants. II. 1876. 4.

Vom Herrn William B. Taylor in New-Haven:

A Notite of recent researches in sound. 1876. 8.

Vom Herrn Wilhelm von Dokoupil in Bistritz:

Die Bauhölzer. Ein Beitrag zur Kenntniss der Baumaterialien. 1876. 8.

Vom Herrn Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. Stuttgart. 1876. 8.

Vom Herrn Agostino Todaro in Palermo:

Fourcroya elegans Tod. 1876. 4.

Vom Herrn Alpheus Hyatt in Boston:

Revision of the North American Poriferae. 1875. 4.

Vom Herrn P. Riccardi in Modena:

Biblioteca matematica Italiana. Fascicolo 4. (Vol. II.) 1876. 4.

Vom Herrn J. A. C. Oudemans in Utrecht:

Die Triangulation von Java. Batavia 1875. Fol.

Vom Herrn J. Glaisher in Cambridge:

On a Class of Identical Relations in the Theory of Elliptic Functions, by J. W. L. Glaisher London 1876. 4.

Vom Herrn H. Carrington Bolton in New-York:

Index to the Literature of Manganese 1596—1874. Salem 1876. 8.

Vom Herrn T. Nelson Dale in Paterson:

A Study of the Rhaetic Strata of the Val di Ledro in the Southern Tyrol. 1876. 8.

Vom Herrn L. Gaussin in Paris:

Définition du calcul quotientiel. 1876. 4.

Vom Herrn R. Clausius in Bonn:

a) Ueber die Ableitung eines neuen electrodynamischen Grundgesetzes. Berlin 1876. 4.
b) Ueber die Behandlung der zwischen Linnearen Strömen und Leitern stattfindenden ponderomotorischen und electromotorischen Kräfte nach dem electrodynamischen Grundgesetze. 1876. 8.

Vom Herrn Ludwig Martini in Augsburg:

Die Anschwellungen und Verhärtungen der Gebärmutter sind nicht unheilbar. 1876. 8.

Vom Herrn G. V. Schiaparelli in Mailand:

Di alcune questioni concernenti il movimento degli occhi. 1876. 8.

Vom Herrn Donato Tommasi in Paris:

Les Bateaux Hemi-Plongeurs. 1876. 8.

Vom Herrn Curico Morselli in Modena:

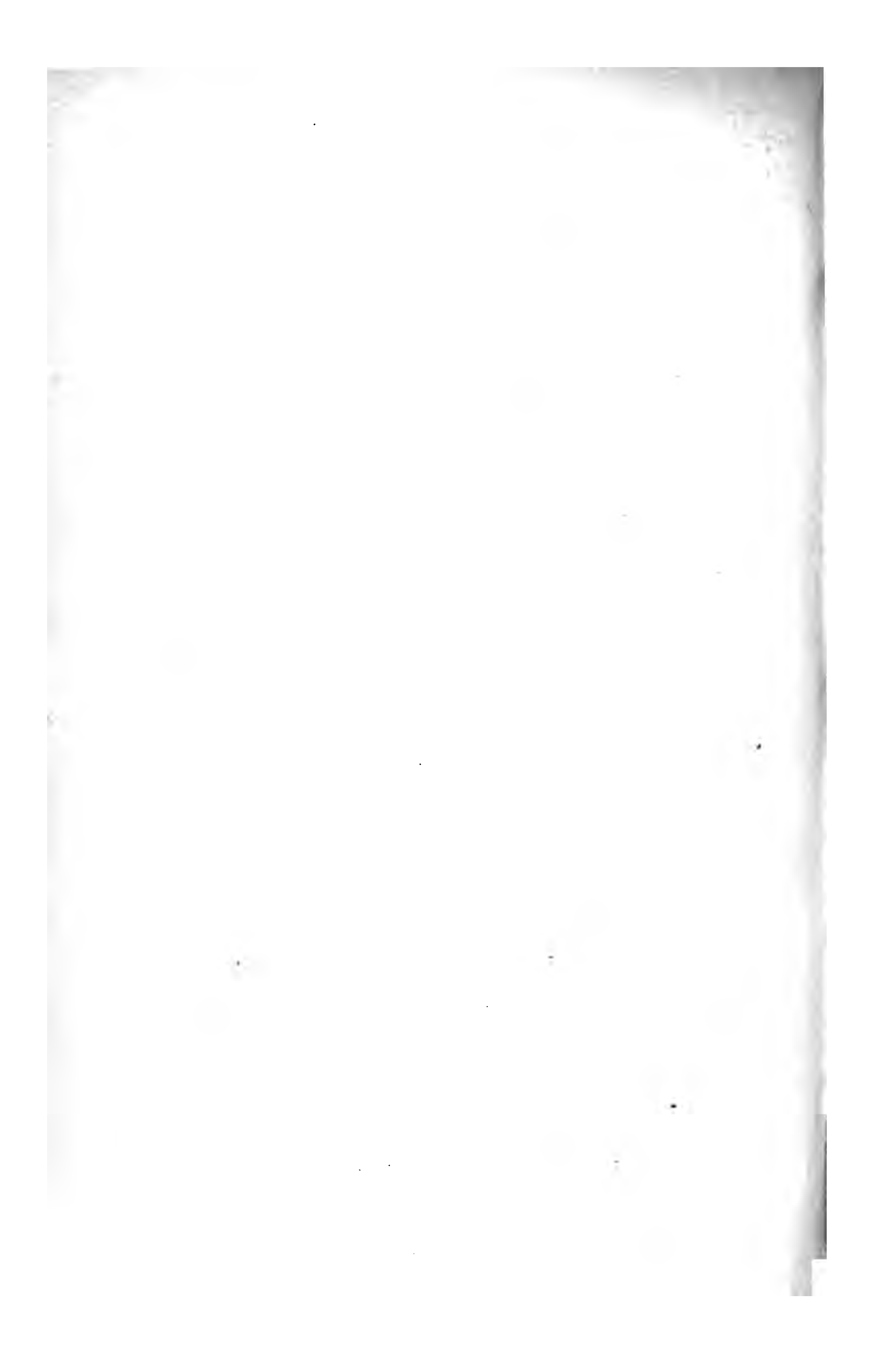
Il suicidio nel delinquenti studio statistico e medico legale. 1876. 8.

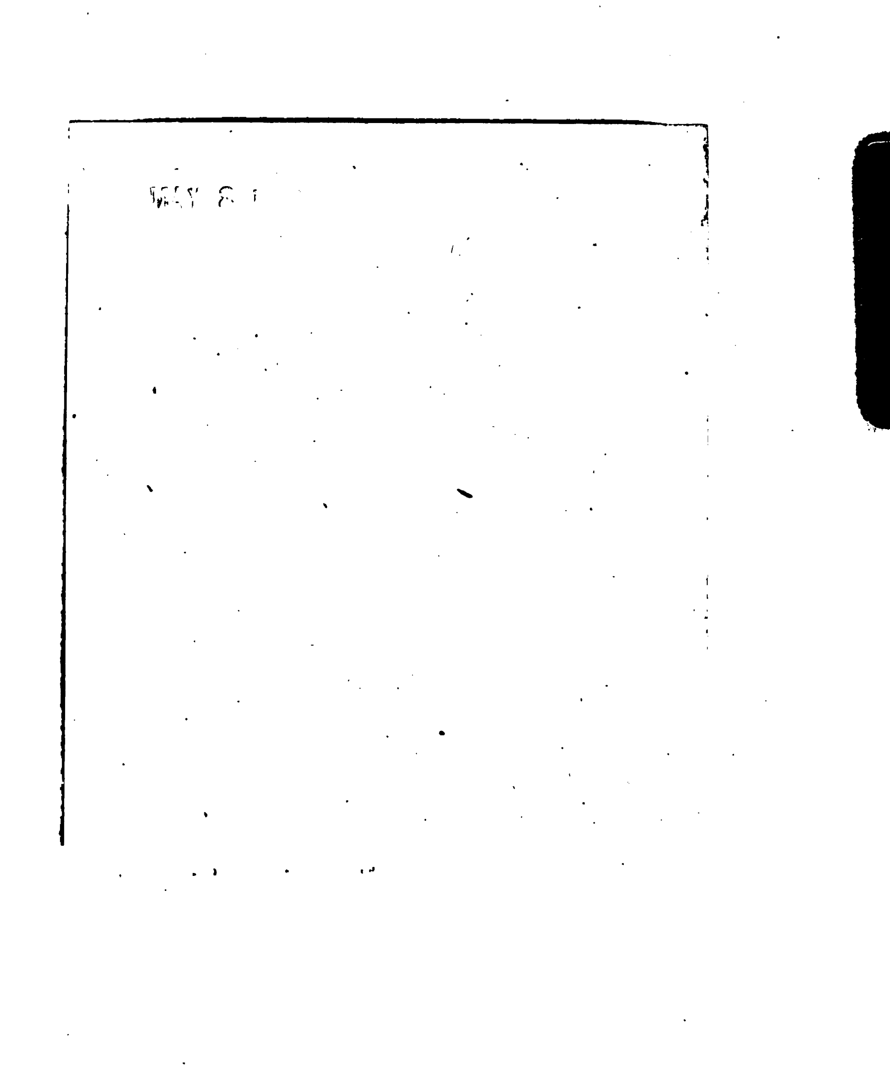
Vom Herrn E. Plantamour in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1874. 1875. pour Genève et le Grand Saint-Bernard. 1874. 1875. 8.

Sach-Register.

Namen-Register.







Widener Library
3 2044 092 897 453